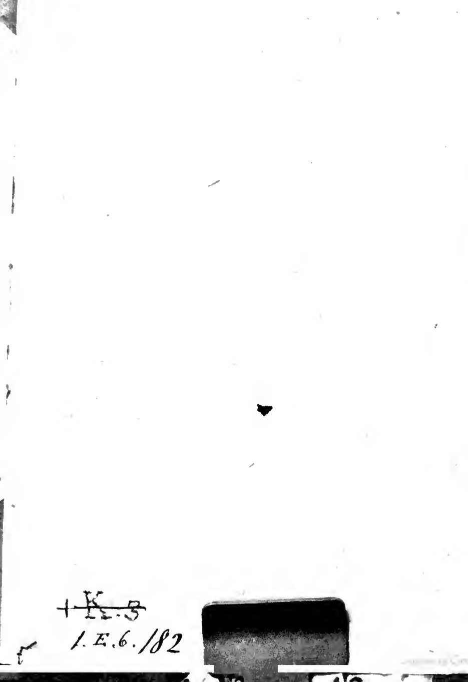






IDÉES

SUR LA

MÉTÉOROLOGIE,

TOME I. PREMIÈRE PARTIE.

Ouvrages de M. DE LUC, *qui ſe trouvent chez la Veuve Ducheſne.*

Recherches ſur les Modifications de l'Atmoſphère, contenant l'Hiſtoire critique du Baromètre, &c. deuxième Édition, 4 vol. in-8°. fig. rel. 20 liv.

Lettres Phyſiques & Morales, ſur l'Hiſtoire de la Terre & de l'Homme, 5 vol. in-8°. rel. 36 liv.

Lettres ſur quelques parties de la Suiſſe, adreſſées à la Reine de la Grande-Bretagne, 1 vol. in-8°. broché. 2 liv. 8 ſols.



IDÉES

SUR LA

MÉTÉOROLOGIE,

PAR J. A. DE LUC,

Lecteur de la Reine *de la* Grande Bretagne, *des Sociétés Royales de* Londres *&* *de* Dublin, *de l'Académie de* Sienne, *& Correspondant des Académies des Sciences de* Paris, *de* Montpellier *& de* Rotterdam.

TOME I. PREMIÈRE PARTIE.



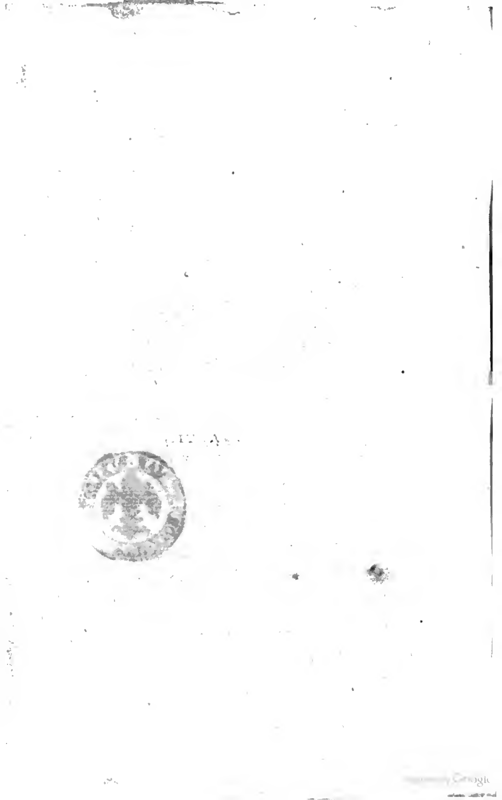


A PARIS,

Chez la Veuve DUCHESNE, Libraire rue Saint-Jacques, près la Place de Cambray.

AVEC APPROBATION ET PRIVILÈGE DU ROI.

1787.



APPROBATION.

J'ai examiné, par ordre de Monſeigneur le Garde-des-Sceaux, un Ouvrage intitulé : *Idées ſur la Météorologie*, par *J. A.* de *Luc*. Cet Ouvrage d'un de nos plus grands Phyſiciens, ne peut manquer d'être utile, important même pour la Phyſique, & l'on ne ſauroit trop tôt en procurer la publication. A Paris, ce 25 Février 1787.

Signé, de la Lande, *Cenſeur-Royal.*

PRIVILÉGE DU ROI.

Louis, par la grace de Dieu, Roi de France & de Navarre : A nos amés & féaux Conſeillers, les Gens tenans nos Cours de Parlement, Maîtres des Requêtes ordinaires de notre Hôtel, Grand-Conſeil, Prévôt de Paris, Baillifs, Sénéchaux, leurs Lieutenans-Civils & autres nos Juſticiers qu'il appartiendra : Salut. Notre amée la Dame Veuve Duchesne, Libraire, nous a fait expoſer qu'elle déſireroit faire imprimer & donner au Public, *Idées ſur la Météorologie*, *par J. A.* de *Luc*, s'il nous plaiſoit lui accorder nos Lettres de privilége pour ce néceſſaires. A ces cauſes, voulant favorablement traiter l'Expoſante, nous lui avons permis

& permettons par ces Préſentes, de faire imprimer ledit Ouvrage autant de fois que bon lui ſemblera, & de le vendre, faire vendre & débiter par tout notre Royaume, pendant le temps de dix années conſécutives, à compter de la date des Préſentes. Faiſons défenſes à tous Imprimeurs, Libraires & autres Perſonnes, de quelque qualité & condition qu'elles ſoient, d'en introduire d'impreſſion étrangére dans aucun lieu de notre obéiſſance; comme auſſi d'imprimer ou faire imprimer, vendre, faire vendre, débiter ni contrefaire ledit Ouvrage, ſous quelque prétexte que ce puiſſe être, ſans la permiſſion expreſſe & par écrit de ladite Expoſante, ſes hoirs ou ayant cauſe, à peine de ſaiſie & de confiſcation des exemplaires contrefaits, de ſix mille livres d'amende, qui ne pourra être modérée pour la première fois, de pareille amende & de déchéance d'état en cas de récidive, & de tous dépens, dommages & intérêts, conformément à l'Arrêt du Conſeil du 30 Août 1777, concernant les Contrefaçons. A la charge que ces Préſentes ſeront entegiſtrées tout au long ſur le Regiſtre de la Communauté des Imprimeurs & Libraires de Paris, dans trois mois de la date d'icelles; que l'impreſſion dudit Ouvrage ſera faite dans notre Royaume & non ailleurs; en beau papier & beaux caractères, conformément aux Règlemens de la Librairie, à peine de déchéance du

préſent Privilége : qu'avant de l'expoſer en vente, le manuſcrit qui aura ſervi de copie à l'impreſſion dudit Ouvrage ſera remis dans le même état où l'Approbation y aura été donnée ès-mains de notre très-cher & féal Chevalier, Garde-des-Sceaux de France, le Sieur HUE DE MIROMESNIL, Commandeur de nos Ordres ; qu'il en ſera enſuite remis deux Exemplaires dans notre Bibliothèque publique, un dans celle de notre Château du Louvre, un dans celle de notre très-cher & féal Chevalier, Chancelier de France, le Sieur DE MAUPEOU, & un dans celle dudit Sieur HUE DE MIROMESNIL. Le tout à peine de nullité des Préſentes ; du contenu deſquelles vous mandons & enjoignons de faire jouir ladite Expoſante & ſes ayant cauſe pleinement & paiſiblement, ſans ſouffrir qu'il leur ſoit fait aucun trouble ou empêchement. Voulons que la copie des Préſentes, qui ſera imprimée tout au long au commencement ou à la fin dudit Ouvrage, ſoit tenue pour duement ſignifiée, & qu'aux copies collationnées par l'un de nos amés & feaux Conſeillers Secrétaires, foi ſoit ajoutée comme à l'original. Commandons au premier notre Huiſſier ou Sergent ſur ce requis, de faire pour l'exécution d'icelles tous Actes requis & néceſſaires, ſans demander autre permiſſion, & nonobſtant clameur de Haro, Charte Normande, & Lettres à ce contraires.

Car tel eſt notre plaiſir. Donné à Verſailles, le vingt-huitième jour du mois de Mars, l'an de grace mil ſept cent quatre-vingt-ſept, & de notre Règne le treizième. Par le Roi, en ſon Conſeil.

LE BEGUE.

Regiſtré ſur le Regiſtre XXIII de la Chambre Royale & Syndicale des Libraires & Imprimeurs de Paris, N°. 1083, *fol.* 210, *conformément aux diſpoſitions énoncées dans le préſent Privilége, & à la charge de remettre à ladite Chambre les neuf Exemplaires preſcrits par l'Arrêt du Conſeil du* 16 *Avril* 1785. *A Paris, le* 7 *Avril* 1787.

KNAPEN, *Syndic.*

TABLE.

PARTIE I.

De l'Evaporation de l'Eau, et de ses premières Suites.

CHAP. I.

CHAP. II.

CHAP. III.

PARTIE II.

Des Vapeurs, considérées comme une Classe de Fluides expansibles.

CHAP. I.

CHAP. II.

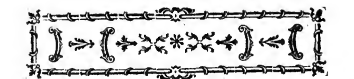
Du FEU.

CHAP. III.

Du FLUIDE ÉLECTRIQUE.

Page

CHAP. IV.



MOTIFS DE CET OUVRAGE.

J'ai informé depuis long-tems les Personnes avec qui j'ai des relations concernant la Physique, que je travaillois à une Suite de mon premier Ouvrage sur les *Modifications de l'Atmosphère*; & j'avois fixé cet Hiver pour dernier délai de Publication : cependant je suis obligé encore de la suspendre.

Cet Ouvrage fut commencé à Paris en 1781, pour satisfaire au desir de quelques Physiciens, avec qui je m'étois entretenu de mes nouvelles recherches en Météorologie; & de retour à Londres en 1782, je me serois occupé d'abord de sa publication, si je n'avois eu le bonheur de me lier personnellement à Paris avec M. Volta, & d'apprendre de lui sa belle Théorie sur les *Influences électriques*, qu'il exposa ensuite dans un Mémoire présenté à la Société Royale de Londres, & qui fut imprimé dans les *Transactions philosophiques de l'année* 1782.

Cette Théorie avoit réveillé toute mon attention sur les Phénomènes électriques; dont j'avois

cessé de m'occuper depuis bien des années, à cause de l'obscurité que j'y trouvois toujours, malgré tout ce qu'on avoit dit pour les expliquer. Mais les ayant considérés de nouveau d'après la Loi découverte par M. VOLTA, je crus y entrevoir certaines analogies avec les Phénomènes des *Vapeurs aqueuses*, qui renouvellèrent tout mon intérêt pour cette branche importante de la Physique; & M. VOLTA étant venu lui-même à Londres en 1782, je me pourvus, sous sa direction, des premiers Appareils nécessaires pour établir cette Théorie qui me paroissoit répandre tant de lumière sur les Phénomènes électriques.

En me livrant à ces Expériences je ne prévoyois point le travail auquel elles m'obligeroient. Quoique je leur eusse consacré tous mes loisirs, dès l'Été de 1782 jusqu'au Printems de 1783, je n'avois pas seulement encore amené les principaux Appareils au degré de perfection dont je les croyois susceptibles. Mais j'étois parvenu à plusieurs nouvelles classes d'Expériences qui ne purent plus être suivies dès qu'il fit chaud; parce que l'Air n'est jamais aussi dépourvu de Vapeurs aqueuses en Été, qu'il l'est quelquefois en Hiver. Obligé donc alors

de fuſpendre ces Expériences, je repris mon Ouvrage de Météorologie, & je l'écrivis de nouveau ſous la forme de Lettres adreſſées à M. DE LA PLACE; parce que ce Savant étoit celui des Académiciens de Paris avec qui je m'étois le plus entretenu de tous les objets qui le compoſoient.

Ayant, dis-je, donné cette nouvelle forme à mon Ouvrage dans le courant de l'Eté de 1783, je commençai à le mettre au net au mois d'Octobre, & à l'envoyer à M. DE LA PLACE pour l'Impreſſion. Mais lorſque la Gelée ramena la Séchereſſe dans l'Air, je ne pus m'empêcher de me livrer aux Expériences électriques; & depuis ce tems-là, juſqu'au commencement de l'Été dernier, j'avois repris & ſuſpendu pluſieurs fois ces Envois, que je réſolus alors de ne plus interrompre.

En formant le plan de cet Ouvrage, je n'y avois admis aucun détail ſur l'Hygrométrie pratique, parce que j'avois encore bien des choſes en vue pour la perfectionner; & je réſolus même de renvoyer à m'en occuper juſqu'après la publication de ce qui regardoit ſa Théorie, afin de l'accélérer d'autant plus. Enſuite de

cette résolution, je m'étois même refusé de tirer de sa Boîte un Hygromètre de M. DE SAUSSURE que M. MARC PICTET avoit eu la bonté de m'envoyer dès la fin de l'année précédente; sachant d'avance qu'il m'engageoit dans beaucoup de travail. Mais au commencement de l'Automne dernière, n'ayant plus qu'à mettre au net ce qui me restoit à envoyer de mon ouvrage, je crus pouvoir au moins me permettre de placer cet Hygromètre auprès des miens. Je le tirai donc alors de sa boîte, & commençai à l'observer, sans autre dessein que celui d'étudier sa Marche : mais y ayant bientôt reconnu des caractères que j'avois soupçonnés, je fus tenté de les déterminer par quelques Expériences comparatives avec les miens. Cette comparaison exigeoit que j'exécutasse un plan formé depuis long-tems pour donner plus de sensibilité à mes Hygromètres. Je crus que cela me coûteroit peu, & je l'entrepris. Mais je me trompai d'abord sur ce point, & plus encore sur la possibilité de résister à suivre les Idées de nouvelles Expériences qui me viendroient à l'esprit. Je me laissai donc entraîner peu à peu à ces Expériences, je perdis de vue mon ouvrage, & je ne prévois point encore quand je le reprendrai : car il faut encore que je profite des tems favo-

rables

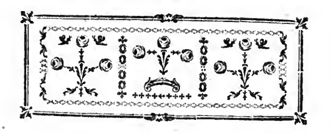
rables pour continuer mes Expériences électriques.

Cependant je ne pouvois m'empêcher de regretter ce retard de publication ; car le motif qui m'avoit fait prendre la plume dès l'année 1781, loin de s'affoiblir, n'a fait que s'accroître. Je desirois dès-lors de publier & d'établir quelques Propositions de Météorologie, qui me paroissoient importantes dans l'état présent de la Physique. Les premiers germes des Principes d'où découlent ces Propositions, se trouvent déjà dans mes *Recherches sur les Modifications de l'Atmosphère* ; & je me suis toujours entretenu de leurs développemens avec les Physiciens attentifs que j'ai fréquentés, ou avec qui j'ai correspondu. Mais l'attention ne se fixe véritablement, que lorsqu'elle peut embrasser à la fois un certain Ensemble de Faits & d'Idées ; & d'ailleurs, ces communications particulières ne remplissoient pas assez mon but, celui de faire subir à mes systêmes l'épreuve de tant de Faits qui se découvrent journellement, & de tant d'Idées qui en naissent de toute part.

Il m'est donc venu à l'esprit de publier dès-à-présent, les résultats principaux de mes nou-

velles Obſervations & Expériences relatives à la Météorologie. C'eſt ce que j'entreprends d'exécuter par cet ouvrage, qui contiendra ainſi non-ſeulement le précis de l'autre ouvrage, mais encore celui de mes Expérinces électriques & de mes nouvelles Recherches ſur l'Hygrométrie pratique.

WINDSOR, *Févrièr* 1786.



IDÉES SUR LA MÉTÉOROLOGIE.

DÉFINITIONS ET PROPOSITIONS PRÉLIMINAIRES.

LE principal objet de mon attention dès mes premiers pas dans la carrière de la Physique, pas commencés il y a près de 40 ans, a été les Modifications de ces Substances nommées les *Fluides élastiques*; mes premières Expériences ayant eu en vue, le *Feu*, le *Fluide électrique*, l'*Air*, & les *Vapeurs aqueuses*. L'intérêt soutenu que j'ai pris dès-lors aux recherches sur ces *Fluides*, a été principalement excité par un Systême de mon Ami particulier M. LE SAGE sur les principaux *Agens méchaniques* des

Phénomènes phyſiques; Syſtême dans lequel il explique la Nature de ces *Fluides*, & les Cauſes méchaniques de leurs principaux Phénomènes, d'une manière qui captiva mon attention dès qu'il l'eut imaginé; & qui m'a dirigé dès-lors dans toutes mes Recherches, où je l'ai toujours trouvé d'autant plus appuyé par les Phénomènes, que je les ai mieux approfondis. J'ai obtenu de mon Ami la permiſſion de donner une Eſquiſſe de ce Syſtême dans mon ouvrage, auquel il eſt devenu une Introduction néceſſaire. Je ſerai privé ici de ce ſecours; car il me feroit impoſſible de donner un Extrait, de ce qui n'eſt déjà que l'Extrait bien foible d'un grand ouvrage, auquel M. Le Sage travaille depuis longtems, mais que ſa ſanté l'a malheureuſement empêché de publier juſqu'ici. Cependant je ſuis obligé d'indiquer le Sens de quelques Expreſſions que j'employerai en traitant des *Fluides élaſtiques*, & d'énoncer quelques Propoſitions dont je partirai, non comme néceſſaires à mes Syſtêmes particuliers, mais comme ſervant à juſtifier le Langage que j'employerai. Voici ces Définitions & Propoſitions préliminaires.

1°. Je nommerai *Fluides expanſibles*, les Subſtances qu'on nomme communément *Fluides élaſtiques*. Je fais ce changement dans l'Expreſſion,

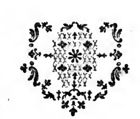
parce que je considérerai toujours ces *Fluides* comme composés de Particules *discrètes*, capables de se répandre dans tout Espace libre lorsqu'elles n'obéissent sensiblement à aucune autre Cause que celle de leur *expansibilité.*

2°. Je substituerai à l'Idée de *Répulsion mutuelle* de ces Particules, donnée comme Cause de leur *expansibilité* par quelques Physiciens qui les considèrent aussi comme *discrètes*, celle de *Mouvement*, *conservé* ou *renouvellé* dans ces Particules : *conservé*, quand rien ne les arrête ; *renouvellé*, quand elles l'ont perdu, soit par des Chocs, soit en entrant dans la composition d'autres Substances.

3°. D'après cette Cause d'*expansibilité*, je rangerai la *Lumière* au nombre des *Fluides expansibles*, parce qu'elle répond absolument à cette définition ; ses Particules étant *discrètes*, & leur dissémination dans tout Espace libre, provenant de leur *Mouvement.*

4°. Enfin j'aurai occasion d'énoncer l'idée de *Mouvemens* de *diverses espèces*, en parlant des Particules de différens *Fluides expansibles* ; par où j'entendrai, que leur Mouvement progressif se fait selon des *routes* qui diffèrent de la *ligne*

droite en diverſes manières ; différences qui conſtitueront une partie eſſentielle des Caractères diſtinctifs des différens Fluides. A quoi j'ajouterai ſeulement : que ce ne ſont pas là de ſimples *Loix* gratuites ; puiſque d'un côté, j'en montrerai les fondemens dans les Phénomènes lorſque j'entrerai dans leurs détails ; & que de l'autre, chacun de ces *Mouvemens* divers trouve ſes *Cauſes méchaniques* dans le Syſtéme de M. LE SAGE.



PARTIE I.

De l'Évaporation de l'Eau, et de ses premières Suites.

CHAP. I.

De la Cause de l'Évaporation, & des Vapeurs aqueuses.

1. Le Syſtême auquel les Phyſiciens paroiſſent s'être fixés depuis quelque tems à l'égard de l'*Évaporation*, eſt; que ce Phénomène eſt une vraie *Diſſolution*, médiate ou immédiate, de l'*Eau* par l'*Air.* Je n'ai jamais adopté ce Syſtême; parce qu'il m'a paru contraire aux Faits, malgré les Analogies ſpécieuſes ſur leſquelles on l'a établi. La diſcuſſion de cette Hypothèſe occupe aſſez d'étendue dans mon ouvrage, parce que j'ai trouvé eſſentiel de la ſuivre dans toutes ſes applications. Je n'extrairai rien ici de cette Partie, inutile à mon objet préſent, celui d'expoſer un autre Syſtême, énoncé déjà dans mes *Recherches ſur les Modifications*

de l'Atmosphère, mais non assez complétement pour avoir vaincu les Préjugés.

2. L'*Évaporation*, dans mon Systême, est l'effet d'une union particulière du *Feu* avec l'*Eau*; & son produit est un *Fluide expansible* particulier, appartenant à une Classe distincte de ces *Fluides*, que je nommerai les *Vapeurs*. Mais ici je prends ce Mot dans une acception particulière, que j'expliquerai dans la suite; me contentant de dire ici, qu'à cause de cette acception particulière du mot *Vapeur*, comme désignant une Classe de *Fluides expansibles*, je nommerai toujours *Vapeur aqueuse*, le premier produit de l'*Évaporation* de l'*Eau*.

3. Cette union distincte du *Feu* à l'*Eau*, dans laquelle consiste l'*Évaporation*, se fait toujours à quelque Surface, intérieure ou extérieure, de l'*Eau*: j'entends par Surface *intérieure*, les Parois de toute Solution de continuité; soit dans l'Eau, par des Bulles d'air ou de *Vapeurs*; soit entre l'*Eau* & le Vase, par une couche d'air, ou par l'abondance du *Feu*.

4. Les Particules du *Feu*, sans cesse en mouvement dans la Température la plus fixe, pénètrent & abandonnent simultanément tous les

Corps. Celles de ces Particules qui ſortent des Liquides par une Surface libre, en détachent aiſément alors quelques Particules; & s'uniſſant à elles, elles les entraînent dans leur Mouvement, en ſubiſſant alors elles-mêmes des Modifications que j'énoncerai.

5. Les *Vapeurs aqueuſes*, qui réſultent de cette union des Particules de *Feu* à des Particules d'*Eau*, exercent toutes les Propriétés méchaniques *Fluides aëriformes*, & les exercent dans une pleine indépendance de ces *Fluides.* Comme eux, elles ſont *expanſibles* & réſiſtent à la *Compreſſion*; & elles exercent ces Facultés, ſoit mêlées avec eux, ſoit ſeules, dans certaines limites que j'aſſignerai.

6. Je n'entends par *Vapeur aqueuſe*, que le produit immédiat de l'*Évaporation*, ſoit un *Fluide expanſible* tranſparent; le même qui eſt déjà connu ſous le nom de *Vapeur de l'Eau bouillante*, dans l'*Éolipile* & dans les *Pompes à Vapeurs.* Il ne s'agit donc point ici, de ce que je nommois *Vapeurs viſibles* dans mon premier ouvrage, mais que je nommerai ici *Brouillard*; qui n'eſt pas un *Fluide expanſible*, & n'eſt qu'une des Eſpèces de Décompoſition des *Vapeurs aqueuſes.*

7. La Pesanteur spécifique de ces *Vapeurs*, est plus de moitié moindre que celle de l'*Air commun*; c'est-à-dire que, lorsqu'elles exercent une certaine *Force expansive*, soit seules, soit mêlées à l'*Air*, leur *Masse* est plus de moitié moindre que celle d'un pareil *Volume* d'*Air* qui exerceroit la même *Force expansive* dans les mêmes circonstances.

8. La Densité que peuvent acquérir ces *Vapeurs*; c'est-à-dire, le degré de proximité auquel peuvent arriver leurs Particules sans se détruire; a un *Maximum*, déterminé dans une même *Température*, mais qui change beaucoup avec elle, étant plus grand quand la *Température* est plus chaude; au-delà de ce *Maximum* de Densité, ou *Minimum* de distance des Particules, elles se décomposent en partie jusqu'à ce qu'elles soient rentrées dans ces limites.

9. La Cause de cette décomposition particulière des *Vapeurs aqueuses*, est la tendance des Particules d'*Eau* à s'unir entr'elles, lorsqu'elles sont arrivées à une certaine distance. Cette tendance mutuelle des Particules appartient à tous les Liquides. C'est elle qui, jointe au peu d'adhérence des Particules au Contact, constitue la *Liquidité*. Elle se manifeste d'une

manière très-marquée dans l'*Eau*, par les Phénomènes *thermométriques* de ce Liquide que j'ai décrits dans mes *Recherches ſur les Modifications de l'Atmoſphère*; & d'abord, par les Marches comparatives des Thermomètres d'*Eau* & de *Mercure*. On voit dans celle du Thermomètre fait d'*Eau*, que le *Feu* a d'abord beaucoup de peine à écarter ſes Particules quand elle eſt près de ſe geler, c'eſt-à-dire quand ſes Particules ſont très-rapprochées; mais qu'à meſure qu'il les a déjà écartées d'une plus grande quantité, il éprouve moins de réſiſtance à les écarter davantage: ce qui eſt le caractère diſtinctif des *tendances à diſtance*. On voit encore, par la comparaiſon des Marches de ce Thermomètre & de celui d'*Eau ſaturée de Sel Marin*, que lorſque les Particules d'*Eau* ſont plus écartées par leur union avec une autre Subſtance, les dilatations produites par des quantités ſucceſſives égales de *Feu*, approchent plus d'être égales entr'elles que lorſque l'Eau eſt pure; ce qui eſt auſſi la Marche des *tendances à diſtance*, quand la *diſtance* s'eſt accrue. Enfin, un exemple ſenſible de la réunion des Particules d'*Eau* entr'elles (malgré la réſiſtance des Subſtances auxquelles elles ſont unies par affinité) lorſque leur rapprochement eſt ſuffiſant, eſt la *Congélation* de l'*Eau* qui a diſſout quelque *Sel*. Sa *Congélation*

eſt retardée, à cauſe du plus grand éloignement abſolu de ſes Particules; mais elle a lieu enfin, lorſque, par le refroidiſſement, elles ſont arrivées à une proximité ſuffiſante, pour que leur tendance mutuelle ſurmonte leur affinité avec le *Sel.* Dans l'*Eau* ſaturée de *Sel marin*, le retard de ſa *Congélation* eſt d'environ 17° de mon Thermomètre; & c'eſt auſſi le degré de refroidiſſement qu'on peut produire en mêlant ce *Sel* à la *Neige*, avec les précautions & en proportions convenables. Leur mélange forme bientôt un *Liquide*, lorſqu'il y a aſſez de *Feu* pour tenir les Particules de l'*Eau* à une diſtance ſuffiſante; & de même, dès qu'elles ſont à cette diſtance, il ſe fait une première union par affinité des Particules du Feu avec celles de la *Glace*, d'où procède en même tems le Liquide & ſon *Refroidiſſement*; comme je le dirai ci-après, en parlant du Changement des *Solides* en *Liquides*, par l'action ſeule du *Feu.*

10. C'eſt donc par cette *tendance* mutuelle des Particules de l'*Eau*, manifeſte dans les Phénomènes que je viens d'indiquer, que les Particules des *Vapeurs aqueuſes* ſe décompoſent, lorſqu'elles arrivent à une telle proximité, que les Particules d'*Eau* ont plus de *tendance* à ſe réunir qu'à reſter unies à celles du *Feu*; & c'eſt

de cette Caufe que réfulte un *Maxîmum* fenfiblement fixe, de la Denfité de ces *Vapeurs* dans une même *Température*; de même que le changement de ce *Maximum* avec la *Température*, comme je vais maintenant l'expliquer.

11. Des *Vapeurs aqueufes* qui paroiffent dans un état fixe, ne le font néanmoins qu'à l'égard de leur Tout, & nullement quant aux Particules; celles-ci changeant continuellement. Toutes celles qui paffent dans une proximité & une pofition telles que leurs Particules d'*Eau* puiffent fe réunir, fe décompofent, & l'*Eau* eft libre pour un inftant; mais bientôt fe trouvant dans quelque efpace plus grand, de nouvelles Particules de *Feu* la *vaporifent*. Un état fixe de ces *Vapeurs* n'eft donc que celui où les *décompofitions* & *recompofitions* fe compenfent fenfiblement dans une même Maffe; & le degré déterminé de *Denfité* dans une *Température* donnée, exprime un *Minimum* de *diftance moyenne*, auquel cette compenfation a lieu. Or comme plus il y a de *Feu* dans l'Efpace, plus les *recompofitions* font favorifées, cette *diftance moyenne* devient plus petite, foit le *Maximum* de *Denfité* plus grand, quand la *Température* eft plus chaude.

12. Ce *Maximum* des *Vapeurs aqueuſes* eſt ſenſiblement le même dans tout Eſpace, plein ou vuide d'*Air:* c'eſt ce que dit l'Expérience. Par où l'on voit, que le *Minimum* de *diſtance* de leurs Particules, qui détermine le *Maximum* de leur *Denſité*, ne concerne qu'elles-mêmes, indépendamment des *Fluides aëriformes* qui leur ſont mêlés. Il eſt difficile de déterminer préciſément, tant ce *Maximum*, que ſes variations ſuivant la *Température*; parce que dans les Vaſes clos, où peuvent ſe faire les Expériences immédiates, nombre de Cauſes, connues & inconnues, font varier les réſultats, comme on le verra ci-après. Mais du moins on peut s'en former une idée vague; & la voici. Quand la Chaleur eſt environ au Tempéré, & le Baromètre à 28 pouces de *France*, les *Vapeurs aqueuſes*, au *Maximum*, forment entre $\frac{1}{50}$ & $\frac{1}{60}$ de la *Force expanſive* d'un certain volume d'*Air*, & moins d'$\frac{1}{120}$ de ſa Maſſe; & lorſqu'elles ſe forment dans un Eſpace vuide d'air, elles exercent ſenſiblement cette même preſſion ſur le *Manomètre.*

13. Les *Vapeurs aqueuſes* arrivant ſenſiblement à un même degré de *Force expanſive*, dans le *Vuide* comme dans l'*Air*, il en réſulte qu'elles ne font point une *partie aliquote* conſtante de celui-ci, quoique toujours à leur *Maxi-*

mum: cette partie s'agrandit, à meſure que l'Air devient plus rare; puiſque leur quantité reſte la même, quoique celle de l'Air diminue.

14. Les *Vapeurs aqueuſes* ne peuvent ſubſiſter ſeules dans un Eſpace, dès qu'elles y éprouvent une Preſſion durable qui excède le degré de *Force expanſive* qu'elles peuvent exercer à leur *Maximum* relatif à la *Température* actuelle; car une telle *Preſſion*, pour peu même qu'elle excède ce degré, rapproche leurs Particules au-delà du *Minimum* de diſtance. Il s'en décompoſe donc d'abord une certaine quantité: & ſi la *Chaleur* & la *Preſſion* continuent au même degré, la même Cauſe de décompoſition ſe renouvelle; d'où réſulte une décompoſition totale des *Vapeurs*. Mais ſi on leur méle une quantité d'*Air* capable de ſoutenir cet excédant de *Preſſion*; quelque grand qu'il ſoit alors, les *Vapeurs* ſubſiſtent; parce que leurs Particules ne ſont plus rapprochées au-delà du *Minimum*. C'eſt donc ainſi que les *Vapeurs aqueuſes* ſubſiſtent dans l'*Air* libre ſous la *Preſſion* de l'Atmoſphère; c'eſt-à-dire, parce que l'*Air*, auquel elles ſont mêlées, ſoutenant la majeure partie de cette *Preſſion*, leurs Particules arrivées au *Minimum* de diſtance relatif à la *Température*, ne ſont pas forcées à le paſſer.

15. A mesure que la *Chaleur* augmente, ce *Minimum* de *distance moyenne* des Particules des *Vapeurs aqueuses* devenant une quantité plus petite, elles peuvent devenir plus *denses*, & par conséquent elles n'exigent plus un si grand mélange d'Air pour subsister sous la *Pression* de l'Atmosphère; tellement qu'enfin, lorsque la *Chaleur* est arrivée au degré de celle de l'*Eau bouillante* dans le lieu, quel que soit le degré de *Pression* actuelle de l'atmosphère, les *Vapeurs* la supportent sans aucun mélange d'*Air.*

16. Voici donc la seule circonstance qui distingue les *Vapeurs de l'Eau bouillante*, d'avec les *Vapeurs* de leur Espèce dans tout autre état: c'est que lorsqu'elles se forment, elles sont *toujours* en état de supporter la *Pression*, quelle qu'elle soit, qu'éprouve l'*Eau bouillante*; ce qui résulte de la nature même de l'*Ébullition.* Un Liquide ne *bout* sous la Pression quelconque qui s'exerce sur lui, que lorsque les *Vapeurs* produites dans le Vase au contact du *Feu*, sont arrivées à un degré de *densité* tel, qu'elles puissent soulever le Liquide chargé de cette *Pression*; & qu'en même tems le Liquide ait un tel degré de *Chaleur*, que ces *Vapeurs* puissent le traverser sans être décomposées. Aussi longtems donc qu'elles conservent le degré de *Cha-*

leur

leur qui leur a permis de ſe former malgré la *Preſſion*, elles demeurent capables de la ſoutenir. C'eſt ce qui leur arrive par exemple dans la *Pompe à Vapeurs*, dès que le *Cylindre* qui les reçoit a acquis le degré de Chaleur de l'*Eau bouillante*; mais auſſi-tôt qu'elles arrivent dans un Eſpace moins *chaud*, elles ſe décompoſent en partie, & il n'en ſubſiſte qu'au *Maximum* de la nouvelle *Température.* C'eſt cette décompoſition qui forme le *Brouillard* flottant au-deſſus de l'Eau qui bout en plein *Air*; *Brouillard* qui ſubit enſuite une nouvelle *Évaporation*, dont le produit, devenu *expanſible*, ſe répand aux environs.

17. Quoique l'*Eau* ait toujours ſenſiblement un même degré de *Chaleur* quand elle *bout* ſous une même *Preſſion*, elle peut y acquérir plus de *Chaleur* qu'elle n'en conſervera lorſqu'elle viendra à *bouillir.* C'eſt ce qui lui arrive dans un Vaſe à orifice étroit, où on l'a tellement purgée d'Air, qu'il n'y ait aucune ſolution ſenſible de continuité, ni dans ſa Maſſe, ni d'elle avec le Vaſe; parce qu'alors, quoiqu'elle n'éprouve à l'extrémité ſupérieure de ſa colonne d'autre *Preſſion* que celle de l'Atmoſphère, ſes Particules oppoſent plus de réſiſtance à être ſéparées, & les *Vapeurs* doivent acquérir plus

de force pour opérer une première féparation. Alors, dis-je, cette *Eau* peut acquérir beaucoup de *Chaleur* fans *bouillir*. J'ai rapporté dans mes *Recherches fur les Modifications de l'Atmofphère*, une Expérience où je portai cet excès de *Chaleur* jufqu'à 9 $\frac{4}{5}$ de mes degrés, environ 22° de *Fahreinheit*, au-delà de la Chaleur de l'*Eau bouillante*; avec apparence même que j'aurois pu le porter plus loin, fi j'avois réuffi à contenir cette Eau. Mais dès que les *Vapeurs* purent s'y former, leur Force expanfive fut fi grande, qu'elles fe manifeftèrent avec Explofion; de forte qu'une affez grande partie de l'Eau fut chaffée hors du Vafe, & le refte fut auffi-tôt réduit à la Chaleur de l'*Eau bouillante*.

18. La fixité de la *Chaleur de l'Eau bouillante* eft donc une conféquence immédiate des Principes que j'ai établis ci-deffus, à l'égard du *Maximum* des *Vapeurs aqueufes* fuivant les *Températures*. Il ne peut fe former des *Vapeurs* dans l'intérieur de l'*Eau*, que lorfqu'elles ont affez de *Force expanfive* pour s'y étendre : elles n'acquièrent cette Force, que lorfque la *Chaleur* de l'Eau eft arrivée à un certain degré; dès qu'elles l'ont acquis, elles s'étendent & s'échappent. Alors l'Eau *bout*; c'eft-à-dire, elle eft foulevée &

agitée par les *Vapeurs* qui ſe forment dans ſon ſein ; & une plus grande application de Feu n'a ſenſiblement d'autre pouvoir, que celui de rendre l'*Évaporation* plus rapide.

19. C'eſt de là que découle le Phénomène particulier, obſervé par M. CAVENDISH, & qu'il a appliqué à la fixation du point de la Chaleur de l'*Eau bouillante* ſur le *Thermomètre* ; ſavoir : « que la Température de la *Vapeur* « qui s'échappe de l'*Eau bouillante*, dans un « Vaſe que cette *Vapeur* traverſe ſans s'y dé- « compoſer, eſt plus fixe que celle de l'*Eau* « elle même. » En effet, il y a toujours de petites oſcillations dans le Thermomètre lorſqu'il eſt plongé dans l'Eau ; oſcillations qui proviennent de ce que les *Vapeurs* n'enlèvent pas inſtantanément le *Feu* qui continue à entrer dans l'*Eau*. Il n'y a point de telles oſcillations quand le Thermomètre n'eſt environné que des *Vapeurs* ; car celles-ci ſe forment & s'échappent, dès que la *Chaleur* eſt ſuffiſante pour les former. C'eſt donc là certainement le moyen le plus ſûr de fixer exactement le point de la *Chaleur de l'Eau bouillante* ſur les Thermomètres ; & comme c'eſt en même tems le plus commode, dès qu'on a l'Appareil fort ſimple qu'a imaginé M. CAVENDISH, je ne puis que conſeiller aux Obſervateurs,

d'engager les Artiſtes à ſe procurer cet Appareil, décrit dans les *Tranſactions Philoſophiques*, & à l'employer toujours dans la conſtruction de leurs Thermomètres.

20. L'*Eau* peut encore, ſans *bouillir*, produire, par ſa Surface ſeule, des *Vapeurs* auſſi denſes que celle de l'*Eau bouillante* ſous la même *Preſſion:* mais il faut pour cela, que les *Vapeurs* qui s'en détachent, ſe répandent dans un Eſpace clos, & qui ſoit toujours à même *Température* qu'elles. Alors, dis-je, ſi la *Chaleur* augmente, ces *Vapeurs* détachées de la ſurface acquerront toujours une *Denſité* proportionnelle à cette augmentation, & pourront réſiſter ſeules à une *Preſſion* quelconque. Si par exemple on fait monter de l'*Eau* au ſommet d'un Baromètre, les *Vapeurs* qu'elle produira dans la Température de l'air, feront baiſſer le Mercure d'une certaine quantité. MM. LAVOISIER & DE LA PLACE ont trouvé, que c'étoit de $\frac{1}{2}$ pouce au *Tempéré:* M. WATT, dont je parlerai bientôt, n'a pas trouvé cette quantité ſi grande; mais cela ne fait rien au Phénomène dont je parle. A meſure qu'on échauffe l'*Eau* & l'Eſpace occupé par les *Vapeurs*, celles-ci dépriment de plus en plus le Mercure. Quant elles ſont arrivées à la *Chaleur de l'Eau bouillante* dans

le lieu & en ce moment-là, elles ont réduit le Mercure à ſon Niveau dans le Réſervoir : elles ſoutiennent donc ſeules alors la Preſſion de l'Atmoſphère. Si le tube plonge dans un Réſervoir profond, les *Vapeurs* plus échauffées le dépriment de plus en plus au-deſſous du Niveau, & enfin s'échappent. On ſait auſſi que le Force expanſive peuvent acquérir les *Vapeurs* dans le *Digeſteur de Papin*; & cependant l'Eau n'y *bout* point.

21. Je viens ainſi de ſuivre les *Vapeurs aqueuſes* dans leurs Modifications principales, produites par les différences de la *Chaleur.* On y a vu toujours un même *Fluide expanſible*, produit par la réunion du *Feu* à l'*Eau*; ayant toutes les Propriétés méchaniques des *Fluides aëriformes* tant qu'il ſubſiſte ; à la formation duquel ces *Fluides* ne contribuent point ; qui exiſte dans une pleine indépendance d'eux ; & qui, dans ſes Phénomènes, n'a de relation avec eux, que parce que, lorſqu'il n'eſt pas *animé* par une *Chaleur* aſſez grande, il ne peut ſupporter la Preſſion de l'Atmoſphère que conjointement avec eux. On a vû en un mot, que les *Vapeurs de l'Eau bouillante*, reconnues néceſſairement pour un *Fluide expanſible* particulier formé de *Feu* & d'*Eau*, ne ſont que ce

même *Fluide*; produit immédiat & constant de toute *Évaporation*, arrivé seulement, par une *Chaleur* suffisante, à un degré de *Densité* où il peut supporter seul la *Pression* de l'Atmosphère.

22. J'étois arrivé à ce Systême général, sur la Cause de l'*Évaporation*, l'existence des *Vapeurs aqueuses* dans l'Air, & leur identité avec celles de l'*Eau bouillante*; mais non sans trouver encore quelques difficultés dans les Phénomènes de détail; lorsque j'ai eu le bonheur de me lier avec M. JAMES WATT, Ingénieur Écossois, établi à Birmingham, dans les lumières de qui j'ai trouvé la solution de toutes ces difficultés. M. WATT est le grand Physicien & Méchanicien auquel sont dues ces admirables *Pompes à Vapeur*, qui, avec l'assistance du génie de M. BOULTON devenu l'associé de M. WATT, font époque dans les Arts en Angleterre, & ont commencé à être connues en France, par celle que MM. PERRIER ont établie à Chaillot près de Paris. Personne n'a étudié les *Vapeurs de l'Eau bouillante* avec autant de constance, de sagacité, & de génie, que M. WATT; & je dois à son amitié la connoissance de nombre de Faits relatifs à ces *Vapeurs*, qui feront un vrai Présent à la Physique lorsqu'ils paroîtront

dans mon Ouvrage, par la permiſſion que m'en a donné M. WATT.

23. L'Etude des *Vapeurs aqueuſes* me parut l'une des plus importantes de la Phyſique, dès que je commençai à m'occuper fortement des *Fluides expanſibles* en général. Nous voyons en elle un *Fluide* diſtinct; preſque généralement ignoré, parce que ſa tranſparence le rend inviſible, parce que le plus ſouvent mêlé à l'Air, il eſt impalpable d'une manière diſtincte, & parce qu'on avoit empêché l'attention de ſe porter ſur les Phénomènes qui atteſtent néanmoins ſon exiſtence, en imaginant l'Hypothèſe de la *Diſſolution de l'Eau par l'Air*, comme Cauſe de l'*Évaporation.* Mais l'exiſtence de ce *Fluide* ſe rend immédiatement ſenſible par nombre de Phénomènes, & ſes Modifications une fois découvertes, ſont un Echelon pour arriver à la connoiſſance d'autres *Fluides* moins perceptibles, & même à celle de l'origine de l'*Air.*



CHAP. II.

De l'Hygrologie.

24. Après avoir indiqué les preuves de l'*Existence* des *Vapeurs aqueuses* dans l'Air, & exposé les *Loix* de leurs divers degrés de *Densité*, d'où résultent les Modifications de leurs Effets *méchaniques*; je viens à ce qui concerne plus particulièrement leur *Nature*, & les divers Effets *chymiques* qui en résultent; ce qui doit faire l'objet de l'*Hygrologie*.

25. Ces *Vapeurs*, ai-je dit, sont composées de *Feu* & d'*Eau*, réunis par *affinité*. J'ajouterai maintenant, comme une première Base de l'*Hygrologie*, que dans cette union, l'*Eau* & le *Feu* perdent également la Faculté de produire leurs Effets distinctifs; comme les *Acides* & les *Alkalis* la perdent dans les *Sels neutres*. L'*Eau* y perd donc les Facultés d'*humecter* & de *mouiller*, & le *Feu* celle de produire la *Chaleur*. C'est à cette Modification du *Feu* que sont dues, la perte de *Chaleur* qui a lieu quand un Liquide s'*évapore*, & l'augmentation de *Cha-*

leur qui accompagne la *décompoſition* de ſa *Vapeur*. Le *Feu*, joint à l'*Eau*, ne jouit plus de l'eſpèce de *Mouvement* d'où réſulte la *Chaleur*, & ne peut même plus pénétrer les Corps : il y eſt donc vraiment *latent*; mais quand la *Vapeur* ſe *décompoſe*, il devient *libre*, & ſenſible par la *Chaleur*. L'*Eau* non plus ne *mouille* ni n'*humecte*; elle ne produit le premier de ces Effets qu'en ſe dépoſant ſur les Corps, & le dernier qu'en s'uniſſant à eux ; ce qu'elle ne peut faire quand le *Feu* la *poſsède*. Mais ſi la *Vapeur* ſe *décompoſe*, l'*Eau* devenue *libre*, produit l'un ou l'autre de ces Effets.

26. Les *Vapeurs aqueuſes* qui ſe *décompoſent*, peuvent donc *mouiller* ou *humecter*; mais les *décompoſitions* d'où réſultent ces Effets diſtincts, ſont différentes. La première eſt celle qui détermine les *Loix* de leur Denſité, & que j'ai expliquée dans le Chapitre précédent. Une partie des *Vapeurs* exiſtantes ſe *décompoſe*, ſi la diſtance moyenne de leurs Particules devient moindre que la *Température* ne le permet. Si donc le *Refroidiſſement* arrive juſqu'à leur faire paſſer le *Minimum* de diſtance fixé par la nouvelle *Température*, quelques Particules d'*Eau* abandonnent leurs Particules de *Feu* en ſe réuniſſant, & il ſe

précipite de l'*Eau* concrète, qui alors *mouille* les Corps.

27. La Seconde Cauſe de leur *décompoſition*, peut les affecter dans tous leurs états ; & c'eſt elle qui produit l'*Humidité* proprement dite. L'*Eau* a de l'*affinité* avec diverſes Subſtances, de la même manière qu'elle en a avec le *Feu* ; & ce ſont là les Subſtances *hygroſcopiques*, au nombre deſquelles par conſéquent le *Feu* peut être rangé. La ſeule *Loi* de cette *Affinité* eſt ; que l'*Eau* ſe diſtribue toujours à toutes celles de ces Subſtances qui ſont dans un même lieu, à chacune ſuivant ſon pouvoir ſpécifique d'en retenir ; lequel peut être déterminé par la quantité néceſſaire à la *Saturation* de la Subſtance. Je nommerai ce Pouvoir *Capacité*, pour la facilité de l'expreſſion. Voici donc comment cette *Loi* s'exerce dans les Phénomènes *hygroſcopiques*.

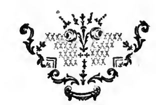
28. Si l'on introduit de nouveau *Feu* dans un Eſpace qui ne renferme point d'*Eau* ſurabondante, il en enlève aux Subſtances *hygroſcopiques* qui ſe trouvent dans cet Eſpace, & par-là il y diminue l'*Humidité* ; ſoit la quantité proportionnelle d'Eau *hygroſcopiquement* combinée : & la même diminution a lieu, ſi l'on

introduit dans cet Eſpace tout autre Subſtance *hygroſcopique* qui poſsède une quantité proportionnelle d'*Eau*, moindre que celle des Subſtances qui s'y trouvoient déjà. Si au contraire on apporte de nouvelle *Eau* dans l'Eſpace, ou des Subſtances *hygroſcopiques* qui en poſsèdent proportionnellement plus que celles qui s'y trouvoient, l'*Humidité* y augmentera; car toutes les Subſtances préſentes ſe partageront cette nouvelle *Eau*. L'*Humidité* augmentera par la même raiſon dans l'eſpace, ſi l'on en ſoutire du *Feu*; car l'*Eau* qu'il abandonnera, ſera diſtribuée aux autres Subſtances.

29. L'*Affinité* de l'*Eau* avec les Subſtances *hygroſcopiques* ne s'exerce qu'au contact. Lors donc qu'il n'y a pas de l'*Eau* concrète en contact avec ces Subſtances, c'eſt par le *Feu* que ſe fait ſa diſtribution. Les Particules du *Feu*, ſans ceſſe en Mouvement, enlèvent de l'*Eau* aux Subſtances qui en ont le plus & en abandonnent à celles qui en ont le moins : par où s'établit l'équilibre d'*Humidité* dans un même lieu, s'il n'y a point de Cauſe particulière d'une inégale diſtribution de l'*Eau*.

30. C'eſt donc par-là auſſi que les *Hygroſcopes* indiquent l'*Humidité* locale; c'eſt-à-dire,

parce qu'ils ſont compoſés de ces Subſtances auxquelles le *Feu* tranſmet une partie proportionnelle de l'*Eau hygroſcopiquement* répandue dans le lieu : & ces Subſtances fourniſſent des *Hygroſcopes* proprement dits, lorſqu'elles ſont dans une poſition telle, qu'elles indiquent les changemens qu'éprouve leur *Humidité* propre. Tel eſt le premier Pas de l'*Hygrométrie*, à laquelle je viens maintenant.



CHAP. III.

De l'Hygrométrie.

31. Les vicissitudes de dessèchement & d'humectation des Substances *hygroscopiques*, produisant chez elles des changemens plus ou moins grands de Poids & de Volume, on a songé dès long-tems à en tirer quelque moyen de mesurer l'*Humidité*. Je ne parlerai ici que des changemens de *Volume*, ceux de *Poids* n'étant pas susceptibles de mesure dans tous les cas.

32. L'*Hygromètre* doit être fait d'une Substance, de telle nature, & tellement disposée, qu'elle nous fournisse des rapports *comparables*, constans, & vrais, entre les quantités d'*Humidité* qu'elle renferme en divers tems. En traitant de cet objet, je nommerai *état hygroscopique*, le rapport de l'état actuel, avec l'un ou l'autre des deux Extrêmes, de *Sécheresse* ou d'*Humidité*.

33. D'après cette définition de l'*Hygromètre*, il n'indique point immédiatement des quantités

absolues d'*Eau* hygroscopiquement combinée, mais seulement des degrés d'*Humidite*; les premières dépendant de plus, de la *Capacité* des Substances. Si donc on veut juger, par l'observation de l'*Hygromètre*, de la quantité d'*Eau* hygroscopiquement combinée dans une certaine Substance; il faut avoir premièrement appris, par des Expériences directes, quelle quantité elle en contient à son *Maximum.* Ceci s'applique au *Feu*, comme à toute autre Substance *hygroscopique*; c'est-à-dire, que pour connoître la quantité d'*Eau* en *Vapeurs* dans le lieu où l'*Hygromètre* est observé, il faut connoître la quantité qu'en contiennent les *Vapeurs* à leurs divers *Maximums* suivant les différentes *Températures*; & alors, le *Thermomètre* étant joint à l'*Hygromètre*, on aura les données nécessaires pour connoître la quantité actuelle d'*Eau* en *Vapeur* dans le lieu.

34. Tel sera donc le Langage de l'*Hygromètre*, s'il a les Conditions requises; dont la première que j'ai indiquée, est la *Comparabilité.* Cette condition exige essentiellement, ou deux *Points fixes*, qui servent de Base à l'Echelle; ou un *Point fixe*, appliqué à une Substance dont toutes les Portions individuelles soient également affectées par l'*Humidité.* C'est ainsi que

MM. DE REAUMUR & DE LISLE avoient essayé de construire un Thermomètre : le premier, par la *Congélation* pour *Point fixe*, & la mesure des dilatations d'un certain *Esprit de vin*, à partir de ce point (car c'est-là le *Thermomètre* de M. *De Reaumur*, dont tant de Physiciens parlent, en oubliant ce qu'il étoit (*)) ; & le dernier, par la *Chaleur de l'Eau bouillante* pour *Point fixe*,

(*) Quoique je n'aie pas lieu de penser, que beaucoup de Physiciens aient lu avec une attention soutenue mon *long* Ouvrage sur les *Modifications de l'Atmosphère*, je ne puis m'empêcher d'être étonné, qu'il y en ait tant encore, qui nomment *Thermomètre de* DE REAUMUR, un Thermomètre fait de *Mercure*, & divisé *en* 80 *parties* entre les Températures de la *Glace fondante* & de l'*Eau bouillante à un point donné du Baromètre.* Lorsque j'eus fixé cette Echelle, par des motifs très-déterminés, & constaté les Marches correspondantes de ce Thermomètre & de celui de M. DE REAUMUR; marches très-différentes; feu M. DE LA CONDAMINE, à qui je communiquai mon Ouvrage en Manuscript, fut d'avis, que je changeasse le nombre de 80 : m'assurant qu'il feroit un piège, vu l'inattention si commune parmi ceux même qui professent la Physique. Je ne connoissois pas encore aussi bien que lui cette inattention, & je donnai plus de poids à deux considérations ; l'une que j'exprimai, l'autre une Modestie déplacée. J'y ai regret, maintenant que j'ai vu par l'Expérience, combien la prédiction de M. DE LA CONDAMINE étoit fondée.

& la mesure des condensations du *Mercure* à partir de ce point.

35. Les difficultés que j'envisageai d'abord à trouver un *Point fixe* de *Sécheresse*, me déterminèrent à suivre cette dernière Méthode ; & je l'employai pour mon premier *Hygromètre*, présenté à la Société Royale de Londres en 1773. Mais je découvris bientôt après que l'*ivoire* (qui étoit sa Substance *hygroscopique*) n'avoit point toujours la même dilatabilité ; & je trouvai ensuite le même défaut, aux *Plumes*, que je proposois déjà alors d'y substituer & à toutes les autres Substances que j'essayai. Je me fixai à la *Baleine* par d'autres considérations ; & quant à la *comparabilité*, j'y parvins assez bien par un seul *Point fixe*, en employant une Méthode qui a quelque avantage général, mais dont je ne ferai pas mention ici. Ce fut là mon second Hygromètre, que je présentai à l'Académie Royale des Sciences de Paris en 1781. Mais bientôt après je trouvai un second *Point fixe* ; ce qui m'a fait changer totalement, pour la troisième fois, la Construction de l'*Hygromètre*.

36. Cet Instrument peut posséder ainsi un avantage, que le *Thermomètre* n'aura probablement

ment jamais; celui d'avoir pour *Points fixes* des *Extrêmes* abſolus: car il y a un *Extrême* d'*Humidité*, ſavoir le Point où les Subſtances *hygroſcopiques* ſont *ſaturées* d'*Eau*; & un *Extrême* de *Sécherеſſe*, ſavoir le Point où elles ſont privées de toute Eau *hygroſcopiquement* combinée avec elles. Je vais traiter de l'un & de l'autre.

37. D'après les Principes d'*Hygrologie* que j'ai poſés dans le Chapitre précédent, il étoit naturel de conclure; que l'*Humidité extrême* ſe trouveroit, *là où la quantité d'Eau ſeroit telle, que toutes les Subſtances hygroſcopiques, y compris le Feu, en ſeroient certainement ſaturées.* Mais lorſque je vins à chercher, quel pourroit être le ſymptôme auquel on reconnoîtroit ſurement cet état des Subſtances *hygroſcopiques*, je ne pus ſatisfaire mon eſprit, qu'en arrivant à la *Mouillure*, c'eſt-à-dire, à une quantité d'*Eau* ſurabondante: d'où je tirai cette conſéquence; que le moyen le plus ſimple de fixer ſurement le Point de l'*Humidité extrême* ſur l'*Hygromètre*, étoit de le *plonger dans l'Eau.*

38. M. DE SAUSSURE, dans un Ouvrage ſur l'*Hygrométrie*, rempli de Faits intéreſſans & de Remarques que perſonne n'avoit encore publiées, donne la deſcription d'un *Hygromètre* qui

a dû se concilier l'attention des vrais Physiciens. L'Échelle de cet Instrument est déterminée par les *Extrêmes* d'*Humidité* & de *Sécheresse:* mais M. DE SAUSSURE, craignant de plonger son *Hygromètre* dans l'*Eau*, à cause de sa construction, a rejetté ce moyen, comme n'étant pas convenable; & il lui a substitué l'*Humidité* produite sous une Cloche de Verre, renversée sur de l'*Eau*, & dont les Parois restent constamment *mouillées*. Il pense que l'*Humidité* produite sous cette Cloche est *fixe*, & qu'elle est l'*Humidité extrême*.

39. J'avois lieu de douter qu'on pût trouver surement l'*Humidité extrême* par aucun autre moyen que par l'*Eau* concrète. L'*Humidité* d'un *Milieu*, même environné d'*Eau* dans un petit Espace, n'est jamais que l'effet des *Vapeurs aqueuses* sur les Substances *hygroscopiques*; & cet effet est variable à nombre d'égards. M. DE SAUSSURE le croit fixe à *toute Température*; & je savois par nombre de Phénomènes, qu'il varioit *extrêmement* suivant les *Températures*. J'avois même lieu de croire, qu'il ne pouvoit être *fixe* dans une *Température* en apparence constante, vu la complication des Causes qui agissent dans les Vases clos. C'étoit-là un des défauts que je soupçonnois dans l'*Hygromètre* de

M. DE SAUSSURE; mais comme je ne voulois pas en faire l'examen à la légère, je craignois de m'y engager; & l'Expérience a prouvé que ce n'étoit pas sans raison.

40. J'ai donc répété plusieurs fois le Procédé de M. DE SAUSSURE pour fixer le Point de l'*Humidité extrême* sous une Cloche mouillée: à chaque fois j'ai continué l'Expérience plusieurs jours, avec le plus grand soin; & j'ai trouvé ce que je prévoyois; savoir, 1°. qu'il y a de très-grandes variations dans l'*Humidité* sous cette Cloche, produites par les Variations de la *Chaleur*, quelque soin qu'on prenne de *mouiller* fréquemment les Parois de la Cloche; 2°. que l'*Humidité* n'y revient pas aux mêmes Points par les mêmes *Températures*, sans que le plus souvent on apperçoive les Causes de ces changemens.

41. On seroit étonné d'un tel écart entre les Expériences de M. DE SAUSSURE & les miennes, si je ne disois dès ici; que la nature de son *Hygromètre* l'a empêché d'appercevoir ces différences, & que c'est par un des miens, placé sous la même Cloche, que je les ai constatées. La Cause de la différence de nos *Hygromètres* tenant à une autre point d'*Hygrométrie*, je ne

puis en parler ici, & je renvoie même les détails de ces Expériences, jusqu'au lieu où je traiterai cet autre Point; me bornant pour le présent à l'exposition des Causes qui produisent les variations de l'*Humidité* sous la Cloche.

42. Ayant lu ceci à la page 21 de l'Ouvrage de M. DE SAUSSURE: « On ne doit point « craindre que la chaleur plus ou moins grande, « soit de l'Eau, soit des Vapeurs, soit de l'Air « ambiant, produise un changement sensible « sur le terme de l'Humidité extrême; » je fus étonné de le voir contredit à la page 36, où M. DE SAUSSURE dit ceci: « J'aurois désiré « de répéter ces mêmes Expériences (pyromé- « triques) sur le Cheveu parfaitement saturé « d'humidité; mais.... premièrement, *en ré- « chauffant le Vase*, il est très-difficile, pour ne « pas dire *impossible*, de le tenir constamment « saturé de Vapeurs.....» Or qu'est-ce que *réchauffer le Vase*, si ce n'est donner une *plus grande Chaleur, soit à l'Eau, soit aux Vapeurs, soit à l'Air ambiant?* ce que M. DE SAUSSURE avoit dit qu'*on ne devoit pas craindre*. Je retournai donc à la page 21, pour tâcher d'en comprendre le sens, & j'y trouvai ce qui avoit donné lieu à ce contraste. M. DE SAUSSURE y dit ceci: « Des Cheveux bien sains & lessivés

« à-propos, ne sont nullement contractés par « les *Vapeurs* de l'Eau, même *bouillante*; elles « ne produisent pas sur eux plus d'effet que « celles de la *froide.* » A quoi il revient à la page 22 sous un autre point de vue. « Quant « aux *Vapeurs* (dit-il), elles ne pénètrent, ou « du moins elles n'*allongent* pas plus le Cheveu « lorsqu'elles sont *chaudes* que lorsqu'elles sont « froides; & c'est-là une propriété du Cheveu « bien remarquable, & qui le rend bien pré- « cieux pour l'Hygrométrie. »

45. On voit que le point que M. DE SAUSSURE vouloit établir par cette dernière assertion, étoit; que les Vapeurs *chaudes* n'avoient pas plus de pouvoir que les Vapeurs *froides*, pour *allonger* le Cheveu; soit pour faire marcher cet Hygromètre vers l'*Humidité.* Ce qui au reste, s'il étoit fondé, n'appartiendroit pas plus aux *Cheveux*, qu'à toute autre Substance *hygroscopique*; ou bien excluroit les *Cheveux* de l'*Hygromètre.* Mais ce qu'il y a d'essentiel à remarquer ici, c'est qu'il faudroit prouver précisément le contraire, savoir; que les Vapeurs *chaudes* ne font pas marcher l'Hygromètre vers la *Sécheresse:* or surement on ne peut le prouver; car elles produisent cet effet de plus en plus, à mesure qu'elles sont plus *chaudes.*

44. Cependant M. DE SAUSSURE vouloit aussi prévenir contre cette crainte, par l'autre assertion; savoir: « Que les Cheveux bien sains & « lessivés à-propos, ne sont nullement *contrac-* « *tées* par les *Vapeurs* de l'*Eau*, même *bouil-* « *lante*; qu'elles ne produisent pas sur eux « plus d'effet que celles de la *froide*. » C'est ici que l'écart de l'assertion avec le Fait, me conduisit à découvrir l'idée de M. DE SAUSSURE, & la nature de l'Expérience dont il vouloit parler. Il avoit probablement substitué de l'*Eau bouillante* à l'Eau *froide*, dans le Bassin sur lequel sa Cloche étoit renversée; & l'Hygromètre avoit été enveloppé du *Brouillard* produit par cette Eau. Alors sans doute il ne devoit pas aller vers la *Sécheresse*; & bien loin de là, c'étoit le seul moyen de produire surement l'*Humidité extrême* sous la Cloche; car les Corps sur lesquels se dépose ce *Brouillard*, en sont *mouillés*, tout comme s'ils étoient plongés dans l'Eau.

45. Ce Fait donc n'a aucun rapport avec le cas dont je parle, où il doit toujours être entendu; que le *Milieu* où se trouve l'*Hygromètre*, est à la même *Température* que l'*Eau* qui s'évapore. Ce qui, à moins d'un arrangement particulier de circonstances, sera le cas de la mé-

thode de M. DE SAUSSURE; où il demande ſimplement, *de placer l'Hygromètre ſous une Cloche renverſée ſur l'Eau, & dont on mouille fréquemment les Parois:* ajoutant que l'*Humidité* ſera la même ſous cette Cloche *à toute Température.* J'ai trouvé le contraire, comme je viens de le dire; mais ſans rapporter encore mes propres Expériences, je vais lever l'équivoque de celle à laquelle M. DE SAUSSURE fait probablement alluſion.

46. On ne doit pas nommer *Vapeur de l'Eau bouillante* (à moins que de s'expliquer) le produit de cette Vapeur décompoſée, ſoit le *Brouillard* qui s'en forme quand elle arrive dans un *Milieu* moins chaud qu'elle. Il n'eſt pas beſoin de l'*Hygromètre*, pour juger de l'*Humidité* d'un *Milieu*, devenu *opaque* par la décompoſition des *Vapeurs*; car l'*Humidité extrême* y règne toujours, comme dans le ſein même de l'*Eau*, & à toute *Température.* Ce n'eſt donc que pour un Milieu *tranſparent*, que l'Hygromètre eſt néceſſaire; car c'eſt lui ſeul alors qui peut nous inſtruire de l'*état hygroſcopique* de ce *Milieu*; l'*Eau* ne s'y trouvant que par affinité avec le *Feu*, & ainſi ſous la forme de *Vapeur tranſparente.* Or, quand le *Milieu* eſt à la même *Température* que l'*Eau* qui s'évapore, les *Vapeurs*

produites font d'autant plus loin de leur *Maximum*, que la *Température* eſt plus chaude. Et l'Hygromètre nous avertit de cet effet; parceque ſa Subſtance étant réduite à l'état *thermoſcopique* & *hygroſcopique* des *Vapeurs*, ne leur enlève plus ni *Feu* ni *Eau*, & qu'elle nous montre ainſi, par ſon propre état, celui des *Vapeurs* dans le *Milieu*.

47. C'eſt ce que m'ont confirmé les Expériences que j'ai faites ſous la Cloche de M. De Saussure; mais qui étoit déjà prouvé par les obſervations *hygroſcopiques* faites à peu d'élévation au-deſſus des grandes ſurfaces d'*Eau*, la Mer & les Lacs, à différentes *Températures :* car l'étendue de l'Eau qui s'évapore, ſupplée en plus grande partie aux Parois mouillées d'une Cloche; & ſi l'*Humidité* étoit néceſſairement *extrême*, quand les *Vapeurs* formées ſont retenues dans un *Milieu*; elle devroit toujours l'être à peu de diſtance de la Surface de ces grandes Eaux: ce qui eſt bien loin de l'obſervation journalière de ceux qui y navigent.

48. Pour prouver directement, que les *Vapeurs* qui s'élèvent dans un *Milieu* de même *Température* qu'elles, produiſent d'autant moins d'*Humidité*, que l'*Eau* & le *Milieu* ſont à une

Température plus chaude, je rapporterai ici une obſervation importante de M. WATT. Il a trouvé, dans ſa longue pratique ſur la *Machine à Vapeurs*, qu'on ne pouvoit y employer le Bois dans aucune des parties où les *Vapeurs de l'Eau bouillante* ſe conſervent; comme par exemple pour le Piſton; car il s'y deſsèche tellement, qu'il ſe crevaſſe comme il le feroit auprès du Feu. C'eſt d'après ce Fait que j'ai dit d'entrée, que l'opinion de M. DE SAUSSURE, ſur l'*Humidité* produite par l'*évaporation* à ſon *Maximum* dans un Vaſe clos, différoit *extrêmement* du Fait : car les *Vapeurs de l'Eau bouillante*, qui ſont dans ce cas, approchent déjà beaucoup de la *Sécherеſſe extrême*; & je ne doute pas qu'elle ne ſe trouve preſque entièrement dans les *Vapeurs* du *Digeſteur de Papin.*

49. Je conclus donc; comme je l'avois fait en 1773 dans mon premier Ouvrage ſur l'Hygrométrie; que *c'eſt dans l'Eau* qu'on trouve ſurement l'*Humidité extrême*; & j'ajoute maintenant, qu'elle s'y trouve *à toute Température.* On la trouve auſſi dans le *Brouillard*; mais c'eſt ſeulement, parce qu'il couvre d'*Eau* la Subſtance de l'Hygromètre. On l'obſerveroit probablement quelquefois ſous la Cloche de

M. DE SAUSSURE, quand la *Température* feroit près de la *Congelation:* du moins je l'ai vue très près d'arriver aux environs de cette Température; mais fouvent auffi elle en différoit fenfiblement. Il n'eft donc rien d'auffi sûr, comme de plus fimple, que de plonger l'Hygromètre dans l'*Eau*, pour fixer fon point d'*Humidité extrême.*

50. D'après les mêmes Principes d'*Hygrologie* pofés dans le Chapitre précédent, la *Sécherefſe extrême* doit fe trouver, *là où le Feu eft en telle quantité, qu'il peut enlever aux autres Subftances, toute Eau hygrofcopiquement combinée avec elles.* Et fi, en quelque abondance que foit le *Feu*, les Subftances hygrofcopiques retiennent néanmoins leur portion d'*Eau*; on peut au moins regarder l'*Incandefcence*, comme un point extrême d'abondance de *Feu*, auquel la *Sécherefſe* eft fenfiblement *extrême.* Telle fut donc l'idée que je me formai d'abord, d'un *Point fixe* de *Sécherefſe:* mais je le regardai long-tems comme purement idéal; parce qu'on ne peut expofer l'Hygromètre à un tel degré de Chaleur. J'imaginai enfuite de produire la *Sécherefſe extrême* par le *Vuide*, & j'avois même fongé à des moyens d'y produire des degrés d'*Humidité* déterminés; mais quand je vins à

l'exécution, j'y trouvai des difficultés presque insurmontables. Ce fut alors que je songeai aux moyens de produire un Hygromètre *comparable* par un seul *Point fixe*. Mais enfin il me vint à l'esprit une idée, qui réalisa le premier & le plus sûr de ces moyens; en voici les fondemens.

31. Quand une Substance *hygroscopique*, susceptible du plus haut degré d'*Incandescence*, y est arrivée; elle est réellement à un Point fixe de *Sécheresse*, qui peut être considéré sensiblement comme *extrême*. Si cette Substance est de telle nature, qu'après avoir ainsi perdu toute son *Humidité*, elle soit très-lente à la reprendre par l'entremise seule des *Vapeurs*; elle pourra perdre une grande partie de cette Chaleur, de manière par exemple à pouvoir être placée sous une Cloche de Verre, sans avoir repris sensiblement de l'*Humidité*, sur-tout si elle est en grandes masses. Enfin, si la *Capacité* hygroscopique de cette Substance est telle, que toute l'Eau en Vapeurs, même à leur *Maximum*, contenue dans un espace d'air égal à son Volume, ne lui rende pas non plus une *Humidité* sensible; en la renfermant, dans cette proportion avec l'air, sous une Cloche de Verre où l'on placera l'Hygromètre, celui-ci devra arriver peu à peu au

degré de *Sécheresse* de la Substance: degré qui, d'après les suppositions précédentes, ne devra pas s'éloigner sensiblement de la *Sécheresse extrême.* Or la *Chaux* a rempli toutes ces conditions.

52. C'est donc au moyen de la *Chaux*, calcinée de nouveau en grandes masses, que j'ai fixé dès-lors un second *Point* sur mes Hygromètres. Je dis qu'elle a rempli les conditions ci-dessus; parce que je lui ai vu amener mes Hygromètres à un même point, quoique enfermée à divers degrés de *Chaleur*, en différens rapports avec l'espace qu'elle n'occupoit pas, & en des états assez différens du *Milieu* quant à l'*Humidité.* Et l'extrême lenteur avec laquelle elle produit son effet final; ce qui n'arrive qu'en trois semaines, quand elle n'occupe que la moitié de l'espace; est encore un témoignage en sa faveur.

53. J'ai fait aussi depuis peu, un essai qui abrégera beaucoup les Expériences hygroscopiques qui me restent à faire. Ayant enfermé des *Hygromètres* dans un Vase dont la *Chaux* occupoit environ les trois quarts, fermé par un Couvercle cimenté avec le Ciment des Vitriers, j'ai sorti deux fois ces Hygromètres du Vase;

& après leur avoir laiſſé reprendre l'état de l'air, je les ai enfermés de nouveau dans le même Vaſe ſans y rien changer; & ils ſont arrivés au même point. J'ai donc commencé un nouvel Appareil, qui ſera un grand Vaſe de fer blanc, vitré dans une place convenable, correſpondante à des Cages de Canevas de fil d'archal, où ſeront placés les *Hygromètres* ou des *Hygroſcopes*. Le reſte de la capacité du Vaſe ſera rempli de *Chaux*; & le Couvercle, bien cimenté, ne ſera percé qu'au-deſſus des Cages; pour qu'en changeant les Inſtrumens, l'eſpace renfermé n'ait que bien peu de communication, & une communication bien courte, avec le *Milieu* extérieur. J'eſpère d'avoir par-là un Appareil aſſez durable de *Sécheresse extrême*. J'y tiendrai néanmoins un Hygromètre en ſentinelle, pour m'avertir de ce qui s'y paſſera.

54. Il réſulte enfin des mêmes Principes d'Hygrologie, que lorſqu'un Eſpace eſt ſenſiblement privé d'*Humidité*, les différences de la *Chaleur* ne peuvent plus y produire d'effets *hygroſcopiques*; car le *Feu* ne peut enlever ou rendre de l'Eau aux autres Subſtances (ce qui conſtitue les effets *hygroſcopiques* produits par les différences de la *Chaleur*) quand il n'y a point d'*Eau* à diſtribuer. C'eſt donc là encore

un des Symptômes auxquels je jugeai d'abord, que mon Appareil à *chaux* produisoit sensiblement la *Sécheresse extrême*; je veux dire que, tandis que durant la plus grande partie de l'opération, l'augmentation de la *Chaleur* faisoit marcher l'Hygromètre vers la *Sécheresse*, il arriva au contraire à sa fin, que ce fut la diminution de la *Chaleur* qui produisit la même apparence, à un petit degré, par le raccourcissement de la Substance hygroscopique. M. DE SAUSSURE a éprouvé la même chose en employant le *Sel de Tartre*; ce qui certifie, que s'il n'est pas arrivé absolument à la *Sécheresse extrême*, il en étoit du moins près; & ce degré de *Sécheresse* a tiré aussi son origine de l'*Incandescence*.

55. Ces deux *Points fixes*, l'*Humidité extrême* & la *Sécheresse extrême*, deviennent donc une Base sure pour la construction de l'*Échelle* de l'Hygromètre; le reste, soit la division de l'Intervalle de ces deux Points, & la fixation de celui d'où l'on comptera les Degrés, est arbitraire en soi. N'ayant eu qu'un seul *Point fixe* dans mes deux premiers Hygromètres, savoir celui de l'*Humidité extrême*, il étoit naturel que j'y plaçasse le *Zéro*; & ensuite, par habitude, j'avois continué à l'y placer, quoique avec deux Points fixes. Mais libre encore de changer mon

Échelle, puisque ce troisième Hygromètre n'est connu que de peu de personnes, & n'a servi encore qu'à mes propres observations; j'ai suivi la Méthode de M. DE SAUSSURE, qui m'a paru plus naturelle; savoir, de placer le *Zéro* à la *Sécheresse extrême*, puisqu'elle est l'absence de toute *Humidité*. Obligé par là de refaire mes Échelles, & sur-tout de changer mon habitude d'envisager les degrés d'*Humidité*, j'ai adopté en même tems le nombre 100 qu'a choisi M. DE SAUSSURE.

56. La seconde des conditions qu'exige l'*Hygromètre*, est la *Constance* des mêmes Indications pour les mêmes degrés d'*Humidité*. C'est un trop long Chapitre que celui-là dans les recherches relatives à l'Hygrométrie pratique, pour l'entamer ici; je dirai donc seulement: qu'après de longs essais sur un grand nombre de Substances, je me suis fixé à la *Baleine*, qui possède plusieurs Propriétés très-précieuses pour cet Instrument. J'emploie la Superficie des Fanons, qui est une sorte de croute très-compacte; & je la prends dans la largeur des Fibres. C'est d'abord à cause de sa *Constance* que je l'ai choisie. C'est la seule des Substances que j'avois éprouvées, qui, après avoir été mise à l'*Humidité extrême*, y fût revenue constamment au même point. J'avois en-

core à la fin de l'année dernière des Hygromètres de cette Substance faits depuis cinq ans, que j'ai démontés pour changer leur construction; mais avant cela je les remis à l'*Humidité extrême*, & ils y revinrent au premier point fixé. J'avois aussi le premier de mes Hygromètres où je fixai le point de la *Sécheresse extrême* par la Chaux il y a environ trois ans; & lorsque j'ai repris ces Expériences, il y est revenu au même point. J'ai fait aussi subir plusieurs fois cette même Epreuve à mes nouveaux Hygromètres, dont j'ai beaucoup augmenté la Sensibilité; & chaque fois ils sont revenus sensiblement au même point. Ainsi cette Substance possède la *Constance*, à un degré que je n'avois pas lieu d'attendre d'après toutes celles que j'avois essayées avant que de songer à elle.

57. Cette propriété m'auroit fait préférer la *Baleine*, même au travers de quelques inconvéniens; & cependant elle possède encore d'autres avantages. Je n'avois pas d'abord rendu mes Hygromètres bien *sensibles*, parce que j'avois laissé la *Baleine* trop large & trop épaisse. Lorsque je songeai au point de *Sécheresse extrême*, je tentai de la rendre plus mince, & j'y réussis à un certain degré, par des moyens qui me firent espérer d'aller

d'aller plus loin quand j'aurois acquis l'habitude de les employer; mais ce fut alors que je suspendis mes travaux d'Hygrométrie pratique. En les reprenant à l'occasion de l'Hygromètre de M. De Saussure, j'ai poussé l'amincissement de mes Bandelettes de Baleine plus loin que je ne l'avois jamais espéré; & le point où je me suis fixé, n'est pas même le plus grand que je pusse atteindre par ma méthode. Cependant j'ai de ces Bandelettes d'environ un pied de long & une ligne de large, qui ne pèsent qu'environ $\frac{1}{2}$ grain. Je me suis fixé à ce point, parce que ces Bandelettes sont suffisamment sensibles : si elles l'étoient davantage, cela deviendroit nuisible à l'exactitude des observations; car à ce point-là même, il faut observer assez promptement, quand le tems est humide, pour que le voisinage de l'observateur ne les fasse pas marcher vers la Sécheresse, par l'augmentation de la Chaleur. Mais telle est la finesse des Fibres & la ténacité de cette Substance que, s'il étoit besoin d'Hygromètres plus sensibles, on pourroit la rendre encore & plus mince & plus étroite. Je le sais par expérience; car j'en ai fait une Bandelette d'environ un pied, qui ne pesoit qu'$\frac{1}{4}$ de grain, & supportoit néanmoins l'action d'un Ressort équivalent à un poids d'$\frac{1}{3}$ d'once.

58. Je préfère les *Reſſorts* aux *Poids* pour tenir ces Bandelettes tendues, non-ſeulement parce que les premiers ſont plus commodes dans le tranſport, mais ſur-tout parce qu'ils tiennent la Bandelette conſtamment tendue; ce qui eſt très-eſſentiel. Je ne connois aucune Subſtance végétale ni animale qui, étant miſe à l'Humidité extrême ſous l'action d'un Poids ou d'un Reſſort, n'y acquière un allongement abſolu; allongement qu'elle conſerve enſuite dans toutes ſes variations, ſi la même tenſion ſubſiſte, mais qu'elle perd peu à peu ſi cette tenſion ceſſe: & alors l'Hygromètre ne ſe retrouve plus aux mêmes points de ſon Échelle, par les mêmes degrés d'Humidité. Il faut donc lui faire ſubir de nouveau l'Humidité extrême ſous le même degré de tenſion, avant qu'il puiſſe être obſervé; ce qui eſt au moins incommode.

59. Les *Reſſorts* ont encore un avantage ſur les *Poids*, & la *Baleine* ſur nombre d'autres Subſtances, quand l'Hygromètre eſt obſervé au Vent. Le Vent agite les *Poids*, & rend l'Indication de l'Inſtrument fort incertaine, à cauſe du relâchement & de la plus grande tenſion qui en réſultent alternativement dans la Subſtance hygroſcopique; ce qui fait oſciller l'Index. Il oſcille auſſi par les ſimples vibrations que le

Vent produit dans la Subſtance, ſi la différence de longueur de celle-ci, dans ſes différens états durant une oſcillation, ont un rapport ſenſible avec les changemens de longueur par leſquels elle meſure l'*humidité*; ce qui a lieu par exemple dans les *Cheveux*. Mais à l'égard de la *Baleine*, ces différences n'ont aucune influence ſenſible ſur l'Index; car ſa variation hygroſcopique eſt de plus d'$\frac{1}{8}$ de ſa longueur à la Séchereſſe extrême. Ainſi, quoique le Vent faſſe vibrer quelquefois très-fortement la Bandelette, l'Index ne ſe meut point ſenſiblement.

60. Cette grande expanſibilité de la *Baleine* m'a fait naître l'idée d'en meſurer les expanſions avec un ſimple *Vernier*. Il n'eſt pas même beſoin pour cela d'employer des Bandelettes auſſi longues qu'on peut les avoir; ce qui va juſqu'à un pied: 8 pouces ſuffiſent; car ils fourniſſent une variation d'environ 1 pouce. Alors on a un Inſtrument fort ſimple, & très-commode pour le tranſport. Un Tube de Verre, qui renferme un Reſſort en Hélice fait d'un mince Fil de Clavecin, en eſt la baſe: la Bandelette eſt fixée en bas à un *Ajuſtement*, & le haut porte le *Vernier*. J'ai conſervé néanmoins les Montures à *Cadran* pour l'uſage ordinaire, à cauſe de l'avantage de pouvoir les obſerver de loin &

d'un coup-d'œil. Le Reſſort qui tient la Bandelette tendue, eſt alors dans un Tambour; comme un Reſſort de Montre; mais il doit être beaucoup plus foible. Les miens ſont 5 à 6 *Tours*; c'eſt vers le 3me qu'ils agiſſent ſur la Bandelette; & dans toute l'étendue du mouvement néceſſaire, ils ſont ſenſiblement en équilibre avec un Poids de demi-once.

61. La grande expanſibilité de la Baleine, jointe à ſa ténacité, m'ont fourni l'idée d'une autre Conſtruction, fort commode pour l'uſage commun des Obſervations du *Tems*. Cet Hygromètre eſt en forme de *Montre*, & ſa conſtruction ſort ſimple. Son Cadran, qui n'eſt qu'un Limbe, eſt poſé ſur une *Cage* de même grandeur, dont les *Platines* ſont à jour à la manière des Balanciers des Montres; c'eſt-à-dire avec une croiſée centrale. Les *Piliers* de cette *Cage* ſont en grand nombre; & à l'exception d'un ſeul, ils portent des Rouleaux d'environ $\frac{1}{4}$ de pouce de longueur. Ce Pilier ſans Rouleau eſt tout auprès d'un des autres: il ſert d'abord à fixer l'une des extrémités d'une Bandelette de *Baleine*, d'environ $\frac{1}{4}$ de pouce de largeur, & de l'épaiſſeur d'un papier fort. Cette extrémité eſt garnie d'une petite plaque de léton, *couſue* à la Baleine avec ce fil

de Cuivre blanchi fort mince qu'on nomme *Canetille*; & c'eſt au moyen de cette Plaque, que la Bandelette eſt fixée au Pilier : l'autre extrémité eſt auſſi garnie d'une Plaque ſemblable, à laquelle eſt attachée une Soie. La Bandelette fait le tour de la *Cage* en s'appuyant ſur les Rouleaux; & la Soie, paſſant ſur le dernier des Rouleaux, près du Pilier où elle eſt fixée, vient s'envelopper au Centre ſur une Poulie; puis elle va ſe joindre à l'une des extrémités d'un Reſſort demi-circulaire, placé dans l'intérieur de la Cage, & dont l'autre extrémité eſt auſſi fixée au Pilier ſans Rouleau. Enfin l'Axe de la Poulie porte un Index. Il y a ſans doute bien du frottement dans cet Hygromètre, à cauſe de tous ſes Rouleaux; cependant il a autant de ſenſibilité qu'il en eſt beſoin pour les obſervations journalières. Lorſqu'il eſt pendu, il reſſemble à une groſſe Montre; mis dans ſa Boîte, il n'embarraſſe pas plus à la poche qu'une Boîte à tabac. Je demande pardon au Lecteur phyſicien de cette petite digreſſion, qui n'intéreſſe pas l'*Hygrométrie* fondamentale, à laquelle je reviens.

62. J'ai dit enfin que l'*Hygromètre*, comme toute autre *Meſure phyſique*, doit eſſentiellement poſſéder une troiſième qualité; ſavoir : que ſa

Marche ſoit proportionnelle à celle de la Cauſe qui agit ſur lui. Mais ce ſera-là un des caractères dont on s'aſſurera le plus difficilement. Je vais entrer dans quelques détails ſur cet objet.

63. Les différentes *Marches* des Thermomètres faits de différens Liquides, me conduiſirent néceſſairement à penſer ; que les Effets immédiatement ſenſibles dans les Inſtrumens de cette Eſpèce, n'étoient pas néceſſairement proportionnels aux différentes intenſités de leur Cauſe principale : & même au premier abord, dès qu'ils différoient ſenſiblement entr'eux, ils devenoient tous ſuſpects. Il falloit donc chercher, *à priori* ou *à poſteriori*, ſi quelqu'un de ces Effets étoit certainement compliqué ; pour tâcher d'arriver par ce moyen, à la détermination de celle de ces *Marches* qui étoit la plus proportionnelle aux différences d'intenſité de la Cauſe. Or ayant obſervé dans cette recherche, que le Thermomètre fait d'*Eau*, après s'être *condenſé* de moins en moins, comparativement à tous les autres, par les mêmes diminutions de Chaleur, ſe *dilatoit* enfin tandis que tous les autres continuoient à ſe condenſer ; j'en conclus : que deux Cauſes contraires, dépendantes également de la diminution de la *Chaleur*, agiſſoient ſur celle du Volume de l'*Eau* ; que ces deux

Causes n'avoient pas la même *Marche* dans leur rapport avec la diminution de la *Chaleur*; & que l'une d'elle, qui tendoit à augmenter le Volume de l'Eau, d'abord surpassée par l'autre, la surpassoit enfin à son tour. Par-là d'abord je rejettai le Thermomètre d'*Eau*; & par des conséquences tirées de ce premier motif, je donnai la préférence au Thermomètre de *Mercure*; parce que, comparativement à lui, tous les autres Liquides avoient des condensations *décroissantes* par les mêmes suites de diminution de la *Chaleur*.

64. Instruit donc par ces Phénomènes observés dans les différens *Thermomètres*; dès que j'eus fini mon premier *Hygromètre*, qui étoit d'*ivoire*, j'entrepris d'en faire avec d'autres Substances, pour examiner leurs *Marches* comparatives, & juger d'abord, s'il en étoit des Effets de l'*Humidité* sur les Substances *hygroscopiques*, comme de ceux de la *Chaleur* sur les Substances *thermoscopiques*; & si par conséquent il faudroit faire sur l'*Hygromètre* les mêmes recherches que j'avois faites sur le *Thermomètre*. J'imaginai pour cela des Montures d'épreuve, propres à rendre facile le long travail dans lequel j'allois m'engager; & je fis d'abord un grand nombre d'Expériences, pour déterminer les

Marches comparatives générales de diverses Substances.

65. Le premier résultat important de ces Expériences préliminaires, fut de diviser en deux Classes très-distinctes les Substances que j'avois éprouvées: l'une fut composée des Substances qui, mises à l'*Humidité extrême*, & s'y *allongeant* d'abord, continuoient à s'*allonger* jusqu'à ce qu'elles y eussent pris un état fixe: l'autre des Substances, qui s'*allongeoient* d'abord en étant plongées dans l'*Eau*, puis s'*accourcissoient*; ou même qui s'*accourcissoient* & continuoient à s'*accourcir*, si je les y plongeois dans un Tems *humide*; quoiqu'en Tems *sec* elles s'*accourcissent* aussi par l'augmentation de la *Sécheresse*, & s'allongeassent par sa diminution. Il étoit donc évident, que dans les Substances de cette dernière Classe, deux Effets contraires étoient produits par les variations de l'*Humidité*; & qu'à certain point de la *Marche*, l'Effet qui auparavant avoit été surpassé par l'autre, le surpassoit à son tour. Je remarquai de plus; que les *Marches* comparatives de ces Substances entre elles étoient tellement différentes, qu'on n'auroit pas cru qu'elles fussent les Effets d'une même Cause; au lieu qu'il n'y avoit point de grands écarts dans les *Marches* de l'autre Classe.

Je rejettai donc toute la Claſſe dont les *Marches* étoient ſi évidemment irrégulières, & me fixai à l'autre pour la recherche d'un *Hygromètre*.

66. Le long travail que cette découverte m'annonçoit, fut une des Cauſes qui me firent ſuſpendre les recherches d'*Hygrométrie* pratique, pour publier plus tôt ce qui concernoit l'*Hygrologie*; & c'eſt en particulier dans ce travail que je me ſuis engagé de nouveau ſans m'en appercevoir. Je n'entrerai pas ici dans les détails qui le concernent; mais je dois y faire mention des Signes extérieurs qui caractériſent, d'une manière tranchée, les deux Claſſes de Subſtances que je viens de définir quant à leurs propriétés hygroſcopiques. La Claſſe à laquelle je me ſuis fixé, eſt toute compoſée de Subſtances végétales ou animales, dont les Bandelettes ſont coupées *en travers* des Fibres: elle renferme les *Bois*, les *Roſeaux*, l'*Ivoire*, d'autres *Os*, les *Plumes*, la *Baleine*. On ſeroit ſurpris que j'aie pu me procurer de longues Bandelettes de quelques-unes de ces Subſtances priſes dans ce ſens, ſi je ne diſois; qu'après avoir aminci les Tuyaux naturels de quelques-unes, ou réduit d'autres en Tuyaux très-minces, je les coupe en *Hélice* & les redreſſe dans l'Eau: après quoi je les amincis encore, par la même méthode que j'emploie pour

la *Baleine*, dont on peut avoir immédiatement des Bandelettes droites, ainsi que des *Bois*.

67. L'autre Classe de Substances, celle que j'ai rejettée, est composée d'abord des mêmes Substances ci-dessus, mais dont les Bandelettes sont prises dans le sens de la *longueur* des Fibres ; puis d'autres Substances qui ne peuvent être employées que dans ce sens ; telles que le *Chanvre*, la *Pite*, la *Soie*, les *Cheveux*, les *Crins*, les Faisceaux *membraneux* dont on fait les *Cordes de boyau*. Toutes ces Substances, dis-je, sans exception, par cela seul que les *Fibres* y sont en long, ont la marche irrégulière dont j'ai parlé ci-dessus ; qui résulte de ce que l'*Humidité* les *gonfle*, en même tems qu'elle *allonge* leurs Fibres, & de ce que le premier de ces Effets a une *Marche croissante* comparativement à l'autre.

68. Ce Phénomène général des Substances *végétales* & *animales* prises dans le sens de la longueur de leurs Fibres, indique très-clairement leur *Organisation*. Elles sont à *Réseau*, & leurs *Mailles* sont excessivement petites ; ce qui donne à l'introduction de l'*Humidité* le pouvoir d'*accourcir* leurs Faisceaux, en élargissant ces *Mailles*. On y voit encore une des

Causes de la Marche progressive de cet accourcissement ; c'est que lorsque les Fibres qui forment les *Mailles* approchent le plus d'être parallèles ; c'est-à-dire en tems sec ; les mêmes quantités d'*Eau* qui entrent dans ces *Mailles* accourcissent moins le *Faisceau*, que lorsque les Fibres sont déjà sensiblement écartées. A quoi s'ajoute d'abord, un effet contraire sur la Cause d'*allongement* des Faisceaux, savoir ; qu'un même allongement des Fibres, influe plus sur l'*allongement* de leurs *Faisceaux*, quand elles sont le plus parallèles (c'est-à-dire toujours en tems sec), que lorsqu'elles sont plus en zigzag par l'élargissement des *Mailles*. Enfin, une circonstance contribue encore à cette Marche différente des deux effets contraires ; savoir, la tension des Faisceaux, qui favorise l'*allongement* des Fibres, & résiste au contraire à l'*élargissement* des *Mailles* ; mais qui influe plus sur les Faisceaux quand l'*Humidité* est foible, que quand elle est forte.

69. Cette organisation explique encore un Phénomène, qui sans elle seroit fort embarrassant, savoir, la grande dilatabilité de la *Baleine* prise *en travers* ; dont autrement il faudroit supposer, que les Fibres s'écartent dans toute leur longueur d'$\frac{1}{3}$ de leur diamètre, n'ayant que l'*Eau*

pour cause de réunion : ce qui ne sauroit se concevoir, vu l'Effort que ses Bandelettes peuvent supporter à l'*Humidité extrême.* Il faut aussi que les *Fibres* de cette Substance soient excessivement fines, & ses *Mailles* bien petites ; pour que des Bandelettes aussi minces & étroites que celles dont j'ai parlé, puissent supporter l'action de mes Ressorts.

70. La *Baleine* nous montre encore d'une autre manière, l'organisation des Substances animales & leur Marche hygroscopique. Prise dans le sens de la longueur de ses Fibres, elle fournit d'excellens *Ressorts*, qui ne se *rendent* point, à moins qu'on ne les altère par une trop grande courbure ou trop de Chaleur. Les petites adhérences qui forment ses *Mailles* sont donc très-fermes, & ses Fibres très *élastiques*; ce qui fait que celles-ci tendent toujours à redevenir parallèles, quand l'*humidité* sort de ses *Mailles :* par où elle revient aux mêmes points, par les mêmes degrés d'Humidité.

71. Lorsque j'eus fait cette dernière réflexion, je fus étonné de n'avoir pas trouvé de la constance dans les Bandelettes de *Plume* prises en Hélice, & ainsi en *travers* des Fibres ; puis-

que cette Subſtance a tant d'*élaſticité* dans le ſens de ſa *longueur*. Songeant à cela, il me vint à l'eſprit; que les altérations que j'avois obſervées dans mes Hygromètres de *Plume*, pouvoient provenir d'une *ondulation* qui reſtoit dans leurs Bandelettes à la première immerſion dans l'Eau; *ondulation* qui s'effaçoit peu à peu. Et en effet les altérations dont je parle, étoient un allongement abſolu des Bandelettes: elles ſe trouvoient toujours plus longues, quand je les remettois dans l'Eau. J'avois donc intention d'eſſayer de les amincir pour que les *ondulations* s'effaçaſſent plus aiſément. J'y ai complettement réuſſi depuis que j'ai repris mon Travail d'Hygrométrie pratique: & alors j'ai trouvé, que la *Plume*, comme la *Baleine*, revient toujours à la même longueur dans l'Eau; ce qui me fait eſpérer, qu'il en réſultera un fort bon *Hygromètre*, du moins à l'égard de la Conſtance.

72. Inſtruit par mes premières Expériences ſur ces différentes *Marches* des Subſtances végétales & animales, je reconnus celle de l'Hygromètre de M. De Saussure à la ſimple lecture de ſon ouvrage; c'eſt-à-dire que j'y vis la Cauſe de ces *rétrogradations* qu'il avoit apperçues dans les *Cheveux*, & pourquoi elles avoient diminué,

quand il avoit diminué le Poids qui tenoit les *Cheveux* tendus. Cependant il ne les a pas entièrement détruites par-là ; & quand ce ſymptôme auroit totalement diſparu, l'influence de ſa Cauſe feroit ſeulement diminuée, ſans être détruite. C'eſt ce que j'ai trouvé, lorſque j'ai fait l'examen de l'Inſtrument même ; & je vais maintenant donner ſa marche comparative avec un des miens, en quelques *Expériences*, pour l'intelligence deſquelles il faut ſe rappeller ; que ſur les deux Inſtrumens, la *Sécherεſſe extrême* eſt également 0, & l'*Humidité extrême* 100.

73. La première Expérience que je vais rapporter, eſt extraite de mon Journal du 14 au 16 d'Octobre paſſé, durant lequel tems les deux *Hygromètres* reſtèrent ſous la *Cloche humide* avec un *Thermomètre*. La Cloche fut mouillée preſque tous les quarts d'heure durant les Obſervations, qui furent très-nombreuſes ; mais je ne rapporterai que celles où il y eut des changemens ſenſibles dans la *Chaleur*.

	Hygr. de M. De Saus.	*Sa Marche vers l'Hu.*	*Mon Hygr.*	*Sa Marche, &c.*	*Therm. de Fah.*
Le 14. Les Hygr. placés dans l'App. non encore *hum.*	91.0		64.6		64°
10 h. 15' mis l'Eau, & *mouillé* la Clo.		+10.0		+15.4	
20'	101.0		80		$63\frac{1}{2}$
		— 2.0		+ 7.3	
11.	99.0		87.3		$63\frac{1}{2}$
		+ 0.1		+ 4.0	
2.15' s.	99.1		91.3		64
		— 1.8		+ 4.7	
11.15'	97.3		96.0		$60\frac{1}{2}$
15. Avant que de *mouil-*		— 0.4		0	
ler 6.45' m.	97.7		96.0		56
Mouillé alors		— 0.1		0	
7.0	97.6		96.0		$56\frac{1}{2}$
		+ 0.3		— 4.0	
2.0 s.	97.9		92.0		68
16. Avant que de *mouil-*		+ 0.1		+ 4.6	
ler 6.30 m.	98.0		96.6		$55\frac{1}{2}$
Mouillé alors		— 0.7		0	
6.45	97.3		96.6		56
		+ 0.1		— 2.3	
11.30	97.4		94.3		$69\frac{1}{2}$
Otés alors de dessous la Cloche.		—12.9		—26.0	
1.30 s.	84.5		68.3		$61\frac{1}{2}$

74. Voici une autre ſuite d'Expériences comparatives ſous la *Cloche humide*, extraite de mon Journal du 7 au 14 Janvier dernier, durant lequel tems encore les Inſtrumens demeurèrent ſous la Cloche, qui fut ordinairement dans une Chambre ſans Feu, mais que je tranſportois quelque-

fois dans la Chambre voiſine où j'avois du Feu. Durant toutes ces obſervations, excepté au commencement, la Cloche fut tenue *mouillée* avec le plus grand ſoin.

	Hygr. de M. De Saus.	Sa Marche vers l'Hu.	Mon Hygr.	Sa Marche, &c.	Therm. de Fah.
7. Avant que de mettre l'Eau.					
1 h. 48′ s. . . .	84.7	. . .	61.8	. . .	56½
Mis de l'Eau dans le Baſſin ſeulement, ſans mouiller la Cl.		+8.8	. . . .	+ 5.5	
2 h. 30′ . . .	93.5	. . .	67.3	. . .	53½
		+4.8	. . . .	+13.7	
6.30 . . .	98.3	. . .	81.0	. . .	49½
		− 0.3	. . . .	− 1.0	
11.00 . . .	98	. . .	80.0	. . .	48½
		+0.3	. . . .	+ 0.6	
8. 9.00m. . .	98.3	. . .	80.6	. . .	45½
Midi 10′. mouillé les Par. de la Bouteille, & continué de les mouiller.		±1.0	. . . .	+ 6.3	
0.15′ . . .	99.3	. . .	87.3	. . .	52
		−0.9	. . . .	+ 2.3	
0.22′ . . .	98.4	. . .	89.0	. . .	52
		−0.4	. . . .	+ 1.0	
0.38 . . .	98.0	. . .	90.0	. . .	50
		−1.3	. . . .	+ 4.0	
3.45 . . .	96.7	. . .	94.0	. . .	49
		−0.1	. . . .	+ 3.3	
11.00 . . .	96.6	. . .	97.3	. . .	45½
9. Avant que de mouil-		0.	. . . .	0	
ler 7.30′ m. .	96.6	. . .	97.3	. . .	47
Mouillé alors, & continué de mouiller.		−0.4	. . . . . .	0	
8.5 . . .	96.2	. . .	97.3	. . .	51½

Hygr.

		Hygr. de M. De Saus.	Sa Marche vers l'Hu.	Mon Hygr.	Sa Marche, &c.	Therm. de Fah.
			+1.2		−12.0	
	10.35	97.4		85.3		68
			−1.2		+12.7	
	5.40 s.	96.2		98.0		51
			−0.2		− 0.2	
10.	8.20 ſans mouiller	96.0		98.2		47
	Mouillé, &c.		0.		0	
	10.40	96.0		98.2		50
			+0.8		− 9.2	
	11.35	96.8		89.0		69½
			+0.2		− 7.0	
	Midi 25	97.0		82.0		65
			0.		− 4.0	
	2.30	97.0		78.0		69
			+0.5		+ 3.3	
	00.45	97.5		81.3		63½
			−0.7		+16.1	
	11.00	96.8		97.4		45½

75. Les Obſervations que je viens de rapporter ne ſont guère que la dixième partie de la ſuite dont je les ai extraites : je les ai choiſies pour marquer les *Marches* correſpondantes des deux Hygromètres par les changemens les plus conſidérables de *Température*. Toutes les autres obſervations offrent plus ou moins les mêmes diſparités, tant de ces *Marches*, que de leur rapport avec la Température. On voit auſſi par cet Extrait, comment M. De Saussure a pu ſe méprendre ſur le degré

d'*Humidité* que produit cet Appareil & son rapport avec la *Température*; puisque la plus grande étendue de ses variations a été de 3, 3 : tandis que celle du mien a été de 20, 2; & que de plus, la marche des petites variations de son Hygromètre a été presque toujours en sens contraire des grandes variations du mien; ce qui a dû aider à le tromper.

76. Voulant savoir à quel point de l'Hygromètre de M. DE SAUSSURE correspondoit l'*Humidité extrême* réelle, je l'ai exposé plusieurs fois aux *Brouillards*, avec le mien qu'ils amènent toujours exactement à 100. Voici une de ces Expériences, où j'employai deux Hygromètres de M. DE SAUSSURE; le mien, & un autre que j'empruntai de M. GEORGE ADAMS. L'observation est du 15 Janvier dernier. Aussi-tôt que ces deux Hygromètres furent suspendus hors de ma fenêtre, à 8h. 20′ du matin, ils dépassèrent l'un & l'autre l'*Humidité extrême* d'environ 1° (au commencement de mes Expériences, celui qui m'appartient la dépassoit de plus de 2°) : puis ils *rétrogradèrent*; & voici la suite des Observations.

	Mon Hygr. de M. De Sauf.	*Sa Mar.*	*à M. Adams*	*Sa M.*	*Le mien*	*Sa M.*	*Therm.*
8.25	98.0		99.0		98.3		34
		—1.0		—0.6		+1.3	
0.32	97.0		98.4		99.6		33½
		—0.5		—0.2		+0.4	
0.47	96.5		98.2		100.0		33½
		—0.2		—0.3		0.	
9.22	96.3		97.9		100.0		34
		—0.2		—0.2		0.	
10.22	96.1		97.7		100.0		34
		—0.1		0.		0.	
Midi	96.0		97 7		100.0		35

77. Il paroit donc, que le point de l'*Humidité extrême* réelle ſur l'Hygromètre de M. DE SAUSSURE n'eſt pas celui du plus grand *allongement* du *Cheveu*; comme le point de la *Glace fondante* ſur le Thermomètre d'*Eau*, n'eſt pas celui de la plus grande *condenſation* de ce Liquide. Je n'ai pas pu déterminer ce premier point; ſoit à cauſe que les deux Hygromètres ci-deſſus l'indiquèrent différemment; ſoit parce que dans le cours de mes Expériences ſur celui qui m'appartient, il s'eſt approché de moins en moins de ſon point 100 en l'expoſant au *Brouillard:* la dernière fois que je l'y ai expoſé, il n'y a que peu de jours, il n'eſt allé d'abord qu'à environ 94°, & s'eſt fixé à 90°, le mien étant à 100.

78. Par la Cauſe même de cette *rétrogradation* de l'Hygromètre de M. DE SAUSSURE aux

approches de l'*Humidité extrême*, ses variations sont en général très-petites dans les Tems *humides*; mais elles s'aggrandissent à mesure que l'*Humidité* diminue, ce qui produit la grande étendue de son Échelle totale. Dans mes premières Expériences, je lui ai vu dépasser son Point 0 d'environ 3°; tandis que le mien n'étoit qu'à 0. Depuis lors il ne l'atteint plus, quoique le mien y arrive, & que la *Sécheresse extrême* soit indiquée par les effets des différences de *Chaleur*. Il semble donc que ce *Cheveu* ait perdu de son expansibilité dans le cours de mes Expériences; car je ne lui apperçois aucune autre cause de dérangement.

79. D'après la Marche du *Thermomètre* d'*Eau* comparativement à d'autres symptômes de *Chaleur*, j'avois soupçonné, que les changemens de Volume de ce Liquide étoient les sommes de deux changemens en sens contraire, produits également par les variations de la *Chaleur*, mais qui ne suivoient pas une même Loi. J'avois, dis-je, soupçonné cette combinaison, par la Marche finale seule de ce *Thermomètre*; quoique l'*Eau*, à cause de sa Fluidité, se conforme trop promptement aux diverses Causes qui agissent sur elle, pour qu'on y puisse appercevoir leurs effets distincts. Mais il n'en est pas de

même des Solides, à cauſe du Frottement qu'éprouvent leurs Particules entr'elles, qui les fait obéir par *ſauts* aux Cauſes qui les déplacent: c'eſt pour cela qu'on apperçoit dans l'Hygromètre de M. DE SAUSSURE, les actions diſtinctes des deux Cauſes que j'ai indiquées, & dont je vais décrire plus particulièrement la Marche.

80. Outre la *Rétrogradation* dont j'ai parlé ci-deſſus, qui appartient à la *Marche finale* de cet *Hygromètre*, & qui ſe manifeſte aux approches de l'*Humidité extrême*; comme celle de l'*Eau* ſe manifeſte aux approches de ſa *Congélation*; on obſerve une autre *Retrogradation*, qui affecte tous ſes Mouvemens, quand ils ſont rapides, & qui procède, de ce que l'*allongement* des Fibres eſt de beaucoup plus prompt que l'*élargiſſement* des Mailles, quand l'*Humidité* augmente; & que de même, le *raccourciſſement* des Fibres eſt plus prompt que le *reſſerrement* des Mailles, quand l'*Humidité* diminue: ce qui, lorſque les changemens de l'*Humidité* ſont ſubits, donne à cet Hygromètre une Marche *tremblottante*.

81. C'eſt aux changemens de *longueur* des Fibres du *Cheveu*, qu'eſt due l'apparence de

très-grande *ſenſibilité* qu'a cet *Hygromètre* ; mais il paſſe ainſi le point où il doit ſe fixer, & il n'y revient que lentement. Quand je tranſporte cet *Hygromètre* avec le mien dans un lieu où l'*Humidité* eſt fort différente de celle d'où je les tire, il le devance d'abord beaucoup: mais il va trop loin, & il rétrograde. Toute ſa Marche eſt alors par *élans* & *reculs* ; à-peu-près comme on avance en montant une Colline de Sable dont la pente eſt fort rapide: & toujours il y a un grand *recul* final; de ſorte que lorſqu'il vient à ſe fixer, le mien eſt auſſi arrivé à ſon point. Je vais donner un Exemple de ces Marches correſpondantes, dans une obſervation où j'employai les deux *Hygromètres* de M. DE SAUSSURE dont j'ai parlé ci-devant.

82. Ces deux *Hygromètres* étoient d'abord ſous la *Cloche humide* avec le mien, & je les y avois obſervés long-tems. Puis, pour l'Expérience dont il s'agit, après une dernière obſervation ſous la Cloche, je l'enlevai promptement, j'ôtai du Baſſin le Support auquel tous les Inſtrumens étoient ſuſpendus, & je le plaçai en cet état dans un autre endroit de la Chambre, où je fis les Obſervations ſuivantes.

	Mon Hygr. de M. de Sauf.	Sa Mar.	à M. Adams	Sa M.	Le mien	Sa M.	Therm.
Dans l'Appareil 11.40m.	96.3		98.5		98.0		36
Hors de l'App.		—12.3		—14.5		—20.7	
45	84.0		84.0		77.3		38
		+ 4.0		+ 5.0		— 3.0	
48	88.0		89.0		74.3		38
		+ 2.5		0.		— 1.0	
56	90.5		89.0		73.3		38
		+ 0.1		+ 0.5		— 0.7	
Midi 5	90.6		89.5		73.0		38
		+ 0.3		+ 1.4		— 0.7	
18	90.9		90.9		72.3		38½
		+ 0.2		0.		— 0.3	
35	91.1		90.9		72.0		39

On voit encore dans cet Exemple, la *Marche* de l'*Hygromètre* de M. DE SAUSSURE; c'eſt-à-dire ſon peu de Variation finale à ce degré d'Humidité, comparativement au mien. Et quant à la *Senſibilité*, pour laquelle principalement j'ai rapporté cette Obſervation, on voit; que quoique le premier Mouvement des deux Hygromètres de M. DE SAUSSURE fût très-prompt, ils n'arrivèrent pas plus tôt que le mien à l'équilibre avec l'*Humidité* du lieu.

83. Quoique j'ignore encore la *Marche* de mon *Hygromètre* comparativement à des Changemens réels de l'*Humidité*, je ne ſaurois douter qu'elle ne leur ſoit plus proportionnelle que celle de l'*Hygromètre* de M. DE SAUSSURE.

Les *rétrogradations* ſenſibles qui affectent toute la Marche de cet Inſtrument, vont en décroiſſant à meſure que l'*Humidité* diminue; ainſi leur Cauſe ne modifie pas toujours de la même manière, celle qui affecte la *longueur* des Fibres du *Cheveu :* par où, tandis que certaines quantités abſolues de changement dans l'*Humidité*, font très-peu d'effet total ſur cet *Hygromètre* quand l'*Humidité* eſt grande, opèrent même en ſens contraire quand elle eſt très-grande; ces mêmes quantités abſolues opèrent de plus en plus, à meſure que l'*Humidité* diminue. On ne peut donc pas conclurre, des changemens obſervés ſur cet *Hygromètre*, à des changemens proportionnels dans l'*Humidité*; & ſi on le fait, on ſe trompe ſur la Marche des Phénomènes & ſur leurs Cauſes; ce dont je vais donner un exemple dans une des *Loix* que M. DE SAUSSURE a déterminées d'après ſes Expériences.

84. Voulant connoître *quel étoit ſur l'Hygromètre l'effet de la Raréfaction de l'Air*, il renferma à pluſieurs fois un de ſes *Hygromètres* ſous le Récipient d'une Pompe pneumatique, où il introduiſit des *Vapeurs* tandis qu'il étoit encore rempli d'Air; obſervant alors l'état de l'*Hygromètre :* puis il pompoit des quantités déterminées de cet *Air*, & obſervoit les change-

mens qui s'opéroient ſur l'*Hygromètre*. Dans celle de ces Expériences ſur laquelle il compte le plus, parce que le Thermomètre reſta conſtamment au même degré dans la Chambre, il pompa l'*Air* par huitièmes de ſa quantité au commencement de l'Expérience; l'Hygromètre ſe trouvant alors à 97,37: & les quantités de *Degrés* qu'il parcourut vers la *Séchereſſe*, par chacune de ces ſouſtractions ſucceſſives des mêmes quantités d'*Air*, furent ainſi: 4,75. 4,98. 5,70. 6,65. 7,37. 9,50. 11,16. 17,69.

85. Ne ſoupçonnant pas ſon *Hygromètre* d'être la Cauſe de cet accroiſſement des Nombres qui exprimoient les *deſsèchemens* ſucceſſifs, M. DE SAUSSURE ne douta point, que ceux-ci n'allaſſent en croiſſant dans les mêmes rapports; & cherchant la Cauſe de ce Phénomène, il crut la trouver dans ſa *Théorie générale des Affinités hygrométriques* (p. 138); Théorie dans laquelle il regarde l'*Air* comme un *Diſſolvant* de l'*Eau*. Voici donc comment il explique ce Phénomène apparent.

86. « D'après les Loix générales de l'Attraction (dit-il) l'Air doit attirer les Parti- « cules des Vapeurs avec moins de force lorſ- « qu'il eſt rare, lorſque ſes Molécules ſont en

« petit nombre, que quand il est dense. Par « conséquent le Cheveu, auquel la raréfaction « de l'Air n'ôte rien de sa force attractive, doit « avoir une force d'attraction relativement plus « grande dans un Air rare que dans un Air « dense; & par cela même il doit alors ab- « sorber une plus grande quantité de Vapeurs, « & indiquer une humidité plus grande qu'il « ne feroit, toutes choses d'ailleurs égales, dans « un Air plus dense. Ainsi, lorsque l'Air en « sortant du récipient a entraîné avec lui une « moitié des Vapeurs, la moité restante, plus « fortement attirée par le Cheveu que par l'Air « qui reste, affecte ce Cheveu plus qu'elle « n'auroit fait si l'Air eût conservé toute sa « densité; & ainsi l'Hygromètre indique par- « là plus de Vapeurs qu'il n'en reste réelle- « ment dans le Récipient. Lors donc qu'on « épuise un Récipient par gradation, les pre- « mières opérations dessèchent le Cheveu dans « une raison moins grande que celle de la « raréfaction de l'Air. Mais les opérations « subséquentes produisent des effets continuel- « lement plus grands, parce qu'elles entraînent « des parties aliquotes continuellement plus « grandes des Vapeurs actives qui sont restées « dans le Récipient. »

87. Je n'ai pas cru néceſſaire d'expoſer formellement dans cet Ouvrage, les raiſons pour leſquelles je n'admets pas l'Hypothèſe de la *Diſſolution de l'Eau par l'Air*; me contentant de lui oppoſer un autre Syſtême ſur l'*Évaporation.* Mais comme le *Deſsèchement* produit par la raréfaction de l'*Air* dans un Récipient (Phénomène décrit avec beaucoup de détails par M. WILCKE dans les Nouv. Mém. de l'Académie de Suède de 1781, & confirmé par ces Expériences de M. DE SAUSSURE) eſt un de ceux qui contrediſent cette Hypothèſe; ce ſera d'abord ſous cè point de vue, que j'examinerai l'Expérience rapportée ci-deſſus. M. DE SAUSSURE, il eſt vrai, a reconnu l'exiſtence des *Vapeurs*, comme produit immédiat de l'*Évaporation*; mais il ſuppoſe enſuite, que ces *Vapeurs* ſont *diſſoutes* par l'*Air*; c'eſt-à-dire, que l'*Air* s'en empare comme le feroit toute Subſtance *hygroſcopique:* par où il n'a pas changé eſſentiellement l'Hypothèſe commune.

88. Nous devons donc conſidérer l'*Eau*, qui a été introduite dans le Récipient plein d'*Air*, comme poſſédée par *Affinité*, tant par la Subſtance de l'*Hygromètre*, que par les Particules de l'*Air*; de ſorte qu'extraire une partie de l'*Air*, ſera réellement enlever une partie des Subſtances

hygroſcopiques renfermées dans le lieu; laquelle partie ſera chargée de portion d'*Eau*. Quelle ſeroit donc la Cauſe de la diminution de l'*Humidité* dans ce lieu; puiſque le degré d'*Humidité* ne conſiſte point dans la quantité abſolue d'*Eau*, mais dans celle qu'en poſsèdent les Subſtances hygroſcopiques, comparativement à la quantité qui les *ſature*? (§§ 27 & 28)

89. Si donc on ne s'écarte pas du vrai ſens du Mot *Humidité*, on reconnoîtra en général: que des changemens dans la quantité d'une ou de pluſieurs Subſtances hygroſcopiques dans un même lieu, ne peuvent y faire varier l'*Humidité*, tant que celles qui entrent ou ſortent, ont une même quantité proportionnelle d'*Eau* que le reſte. Et ſi l'*Air* étoit une de ces Subſtances, comme on l'a ſuppoſé, quelque quantité qu'on en ſoutirât du Récipient de l'Expérience, le reſte y conſerveroit ſa portion d'*Eau*, tout comme la Subſtance de l'*Hygromètre*; par où l'*Humidité* reſteroit abſolument au même degré ſous le Récipient. Puis donc que cela n'eſt pas; & qu'au contraire l'*Humidité* y diminue beaucoup à meſure qu'on pompe l'*Air*, il faut néceſſairement que l'*Évaporation* ſoit due à quelque autre Cauſe qu'à la *Diſſolution*, ſoit de l'*Eau*, ſoit des *Vapeurs*, par l'*Air*.

90. L'*Évaporation* dans le *Vuide* a toujours été la pierre d'achoppement de l'Hypothèse que j'examine; où l'on n'a trouvé d'autre ressource pour ce cas, que celle de supposer : que l'*Évaporation* qui se fait dans le *Vuide*, n'est pas de même Espèce que celle qui a lieu dans l'*Air*. Je ne m'arrêterai pas ici aux diverses manières dont on a essayé d'expliquer cette différence; parce qu'il me semble qu'une Hypothèse inutile tombe d'elle-même. Celle-ci est inutile, par la seule substitution du *Feu* à l'*Air*, pour *Dissolvant* de l'*Eau*. Et si l'on considère seulement, que dans le *Vuide* comme dans l'*Air*, le Liquide qui *s'évapore*, se *refroidit*; qu'il se *refroidit* même plus rapidement dans le *Vuide* que dans l'*Air*, parce que l'*Évaporation* y est plus prompte: je crois qu'on ne balancera pas à assigner au *Feu* seul, la cause de toute *Évaporation*, sans aucune intervention, médiate ou immédiate, de l'*Air*.

91. C'est par-là aussi que s'explique le Phénomène rapporté par M. De Saussure, que je viens de montrer inexplicable par l'Hypothèse qu'il a adoptée. Dans cette Hypothèse, je le répète, pomper une partie de l'*Air* qui a *dissout* les *Vapeurs*, c'est enlever une partie des Substances hygroscopiques, avec leur portion

d'*Eau*, & laisser ainsi tout le reste au même degré d'*Humidité*. Au lieu que dans mon Systême; enlever, avec l'*Air*, une portion des *Vapeurs*, Fluide expansible distinct de l'Air; c'est bien aussi enlever une Substance *hygroscopique*, savoir le *Feu*, avec sa portion d'*Eau*; ce qui d'abord laisse l'*Humidité* au même degré: mais bientôt, de nouveau *Feu*, dépouillé d'*Eau*, revient dans l'Espace au travers de ses Parois; & comme, dans le cas supposé, la Substance de l'*Hygromètre* & les *Vapeurs* demeurées dans le Récipient, y sont les seules sources d'*Eau*, ce nouveau *Feu* leur en enlève, & l'*Humidité* diminue.

92. Je viens maintenant au Phénomène particulier que présente l'Expérience de M. DE SAUSSURE; savoir, que les nombres des *Degrés* de son Hygromètre qui marquoient les quantités successives de *desséchement*, alloient en croissant, quoique les soustractions successives d'*Air* fussent égales entr'elles. L'explication qu'il a donnée de ce Phénomène, si elle étoit solide, contrediroit le Fait, soit le *desséchement* réel; & seroit ainsi un argument en faveur de l'Hypothèse qu'il vouloit réfuter. Cette explication est; que l'Air devenu plus *rare*, a moins de *pouvoir d'attraction* pour

les *Vapeurs :* & l'Hypothèſe qu'il vouloit réfuter, eſt; que la *Raréfaction* de l'*Air*, occaſionne la *précipitation* de l'*Eau.* J'ai donc réfuté cette Hypothèſe, en lui oppoſant l'argument contraire, qui me paroît être vrai. Les *Loix générales de l'attraction*, ſoit celles de la *Gravité*, auxquelles M. DE SAUSSURE a recours, ne ſont pas applicables au cas préſent; ce ſont les *Loix* ſeules des *Affinités* qui l'intéreſſent. Or il eſt certain; ſoit par la Théorie même des *Affinités*, ſoit par l'Expérience dans toute *diſſolution*; qu'un plus grand écartement des Particules d'un *Menſtrue*, loin de produire la *précipitation*, ou l'abandon plus aiſé, de la Subſtance qu'il a diſſoute, lui donne au contraire le pouvoir de la retenir plus fortement. Si donc l'*Air* étoit le *diſſolvant*, ſoit immédiatement de l'*Eau*, ſoit de *Vapeurs* d'abord formées; loin qu'on produisît une *précipitation* de cette *Eau* en le raréfiant, on la lui feroit retenir avec plus de force. M. DE SAUSSURE a fort bien montré lui-même, contre ſa propre Hypothèſe, que le *Brouillard* qu'on voit quelquefois dans les Récipiens où l'on pompe l'*Air*, donné pour preuve que l'*Humidité* augmente par la *Raréfaction* de l'*Air*; provenoit d'une toute autre Cauſe. Il eſt dommage qu'il ait tenu

encore à la *Dissolution* de l'*Eau* par l'*Air*, sous la forme de la *Dissolution* des *Vapeurs*; car, sans ce Préjugé, il n'auroit pu que faire de grands Pas dans la Carrière où il étoit entré.

95. Ce ne peut donc pas être la Cause imaginée par M. DE SAUSSURE, qui a produit ces *accroissemens* des Nombres des Degrés de son Hygromètre, correspondans aux *dessèchemens* successifs dans son Récipient. Si son Hypothèse principale étoit fondée, il n'y auroit point eu de dessèchement (§ 89): si l'Hypothèse secondaire l'étoit, il y auroit eu au contraire *augmentation* de l'*Humidité* (§ 92). Je ne saurois donc voir dans la Suite *croissante* des Nombres qui expriment les *dessèchemens* successifs (§ 84), qu'une nouvelle preuve de la *Marche* que j'ai assignée à son Hygromètre: tellement que s'il y eût employé le mien, il auroit probablement observé des *dessèchemens* égaux, ou sensiblement tels.

94. Si cette conjecture est vraie (ce dont le Lecteur pourra juger) il en résulte; que la *Marche* du Thermomètre de M. DE SAUSSURE, introduit nécessairement de grandes erreurs dans les résultats immédiats des Expériences hygrométriques; & qu'ainsi les Formules qu'il en a conclues, & les Tables qu'il a dressées, sont affectées

affectées de ces erreurs. Cependant ſon travail à cet égard ne laiſſe pas d'avoir de l'importance; car quoique ſes réſultats ne ſoient pas encore des Règles, ils tracent du moins une marche à ſuivre, pour arriver à des découvertes importantes. Il y a long-tems que j'avois en vue de pareilles Expériences, pour analyſer la Marche de l'*Hygromètre*, tant par la raréfaction de l'Air que par la Chaleur; & j'en avois même l'Appareil tout prêt, exécuté par M. NAIRNE. Mais j'y trouvai d'abord de grandes difficultés; & l'*Hygromètre* lui-même a toujours exigé tout le tems que j'ai pu conſacrer à l'Hygrométrie pratique, ſans que je ſois arrivé au point que je deſire: de ſorte que je ſuis loin encore d'entrepredre rien de pareil.

95. Il ne me reſte plus qu'un mot à dire ſur l'*Hygrométrie* en général; il regarde la *Marche comparative* des *Hygromètres* ſemblablement conſtruits. Nous n'aurons probablement jamais dans cet Inſtrument, l'avantage que nous trouvons à cet égard dans le *Thermomètre*; parce que les Subſtances *hygroſcopiques* ſont moins homogènes dans leurs Eſpèces, que ne le ſont les Liquides dont le *Thermomètre* eſt fait, dès qu'ils manifeſtent les mêmes Propriétés. Cependant cette homo-

généité feroit néceffaire, pour que les *Hygromètres* femblablement conftruits, marchaffent de concert dans toute l'étendue de leurs Échelles.

96. L'*Hygromètre* de M. DE SAUSSURE a un avantage à cet égard; en ce que la Caufe qui modifie les Changemens de longueur des Fibres du *Cheveu*, furmonte enfin ces Changemens. Alors donc elle fe manifefte, & l'on peut connoître fon degré d'intenfité dans chaque *Cheveu*. Ainfi M. DE SAUSSURE, en rejettant tous les *Cheveux* dont la *Rétrogradation* excède une certaine petite quantité, prépare l'*accord* de fes propres *Hygromètres*; ce qui, fi le *Cheveu* étoit propre d'ailleurs à l'Hygrométrie, feroit une circonftance très-avantageufe. J'ai fait l'épreuve de fon influence, en obfervant les deux Hygromètres dont j'ai parlé ci-deffus, mis enfemble dans une Bouteille avec de la Chaux. L'opération fut très lente, & ils fe fuivirent fort bien; car dans cette partie de leur Échelle, où leur Marche eft fort agrandie, je compte pour peu de chofe des différences d'1 à 2 degrés.

97. Je n'ai rien encore de bien déterminé fur ce point, à l'égard de mes propres *Hygromètres*. Les premiers n'avoient qu'un feul *Point fixe*; ainfi

je n'avois pas lieu d'être fort délicat sur leur *Marche comparative :* & depuis que j'ai changé leur Construction, je n'ai jamais pu les observer convenablement à cet égard. La nécessité m'a conduit peu à peu à faire moi-même mes Instrumens : je perdois trop de tems & de peine à employer des Ouvriers dans tous les changemens successifs que l'Expérience me dictoit. Mais cela même m'a pris beaucoup de tems ; de sorte qu'avec nombre d'Hygromètres commencés, je n'en avois pas eu encore deux absolument semblables, jusques dans ce Mois-ci où j'en ai possédé deux durant quelques jours : ils s'accordoient fort bien ; mais un accident m'a privé de l'un des deux. C'est donc là une des recherches dont je suis occupé, & sur laquelle il me reste encore beaucoup de travail à faire.

98. Cependant ce n'est plus comme objet de première importance dans l'*Hygrologie*, que je consacrerai encore ce tems à l'*Hygromètre*; c'est uniquement parce que j'avois dessein de m'en occuper une fois; & que l'ayant repris, il me sera plus aisé de le conduire maintenant au point où je me propose de le laisser, que si je renvoyois cette entreprise à un autre tems. Mais d'ailleurs, les *Hygromètres* que j'ai eus suc-

cessivement, m'ont déjà fait entrevoir bien plus d'objets d'*Hygrologie* & de *Météorologie*, que je ne ferai capable d'en suivre. C'est ce qui m'avoit fait suspendre mon Travail sur l'*Hygrométrie*, afin de publier plus tôt les premiers Résultats de mes Observations ; & quoique j'aie changé de plan, j'espère de remplir à-peu-près le même but, par la publication de cet Ouvrage.



PARTIE II.

Des VAPEURS, *considérées comme une* CLASSE *de* FLUIDES EXPANSIBLES.

CHAP. I.

Caractère distinctif des VAPEURS, comparativement aux FLUIDES AERIFORMES.

99. LA longue étude que j'ai faite des *Vapeurs aqueuses* & de leurs Modifications, m'a conduit par degrés à envisager les *Fluides expansibles* sous divers Rapports qui échappent dans les observations ordinaires. A la formation de ces *Vapeurs*, naît un *Fluide*, qui se soustrait à la Vue comme l'Air, qui agit méchaniquement comme l'Air; mais qui revient à ses premiers Élémens, par des Propriétés qui lui sont particulières. Après donc avoir été invisible, & impalpable comme *Fluide* distinct de l'*Air*, ses Ingrédiens reparoissent. C'est

d'abord une Subſtance purement *grave*, palpable & viſible, ſavoir l'*Eau*: puis un *Fluide* connu; dont la Force expanſible eſt plus grande que celle du *Fluide* décompoſé; qui ſe rend ſenſible par la *Chaleur*, & qui alors occupe ſeul, dans l'*Air* qu'il *dilate*, la place qu'y occupoit la *Vapeur aqueuſe*. C'eſt-là un premier coup-d'œil ſur les Modifications comparatives des *Fluides atmoſphériques*, qui me parut dès l'entrée un ſujet de grande attention.

100. Ce fut d'après ces premières Idées, que je découvris le vice d'une Hypothèſe de LEIBNITZ, ſur la Cauſe des *Variations* du *Baromètre* ſédentaire. Il conſidéroit d'abord l'*Eau* ſuſpendue dans l'*Air*, comme le chargeant de *tout ſon Poids*: puis, la ſuivant dans ſa *chûte*, il ne la voyoit plus *peſer* que *comme un pareil volume d'air*. Suppoſant donc, que les premières Gouttelettes qui formoient la *Pluie*, pouvoient tomber de fort haut, & ainſi quelque tems avant la *Pluie*; il attribuoit l'abaiſſement du *Baromètre* à leur *chûte*. Il en donnoit pour exemple, un Corps *léger* & un Corps *peſant*, réunis par un fil, & plongés enſemble dans un Liquide où ils demeureroient ſuſpendus; le Vaſe étant poſé ſur l'une des Coupes d'une Balance: ajoutant; qu'au moment où l'on coupe-

roit le fil, & avant que le Corps *pesant* fût arrivé au fond du Vase, la Balance trébucheroit de l'autre côté; ce qui est vrai. Mais je montrai d'abord, que le cas proposé n'étoit pas analogue à celui auquel il devoit servir de preuve; que son Hypothèse ne concernoit que la pression de chaque Colonne sur sa base, & supposoit le cas, où le Corps *léger*, étant séparé du Corps *pesant*, resteroit néanmoins submergé; cas où je prouvois, que la chûte du Corps *pesant*, ne changeroit rien à la pression de la Colonne sur sa Base. Puis, appliquant cet exemple à la *chûte* de la *Pluie*, & assimilant au Corps *léger*, le *Feu* qui reste dans l'*Air* & le dilate, je montrai; que cette *chûte* ne changeoit rien au Poids des Colonnes sur leur Base. Enfin, comme l'Hypothèse se trouvoit ainsi sans fondement, je fis voir de plus; que même en l'admettant, elle n'expliquoit pas les Phénomènes. (*Rech. sur les Mod. de l'Atm.* §. 166 & *suiv.*)

101. J'examinai ainsi la plupart des Hypothèses météorologiques; les comparant toujours aux Phénomènes des *Vapeurs aqueuses*, & à ce que j'en avois conclu sur leur Nature & leurs Modifications: & dans ces examens, étant toujours occupé des rapports de ces *Vapeurs* avec

l'*Air*; de leurs reſſemblances & de leurs différences; je ne pouvois m'empêcher de douter quelquefois, que l'*Air* fût une Subſtance *ſimple :* pluſieurs de ſes Phénomènes me paroiſſant inexplicables, par de ſimples Actions méchaniques d'un *Fluide expanſible.*

102. Mon Eſprit fut ainſi préparé à recevoir avidement, & à étudier avec la plus grande attention, tout ce que les premières Expériences du Dr. PRIESTLEY commencèrent à nous apprendre, ſur les *différentes Eſpèces d'Airs*, leurs *compoſitions* & leurs *décompoſitions*; & ces Phénomènes me parurent dès-lors un Echelon pour nous élever dans la gradation des *Agens phyſiques.* Une des circonſtances encore qui me frappèrent dans ces Expériences, fut; que la *Chaleur* s'y trouvoit preſque toujours intéreſſée, ſoit ſpontanément, ſoit comme appliquée aux Subſtances: & comme j'étois accoutumé dès long-tems à enviſager le *Feu* comme un *Fluide expanſible*, Agent immédiat de la *Chaleur*, mais formant de plus des *Compoſés*; je crus appercevoir dans ces Expériences, le prélude de grandes découvertes ſur les *Fluides atmoſphériques.* Enfin la *Lumière* même paroiſſant agir dans pluſieurs Phénomènes, comme ſubſtance exerçant des *Affinités chymiques*; je compris, que toute la

Chymie n'avoit encore été qu'une ſorte d'Empiriſme; qu'on y parloit de *Cauſes*, ſans en connoître aucune; & que les Ingrédiens les plus importans des Subſtances ſoumiſes à l'Analyſe chymique avoient échappé à nos Devanciers. C'eſt de l'enſemble des Faits (qui ſe ſont multipliés ſi rapidement dans cette nouvelle route), joint à mes propres recherches, que ſe ſont formées chez moi les Idées générales que je vais expoſer maintenant.

103. De tous les *Fluides expanſibles* qui ſe font immédiatement appercevoir à nos Organes, la *Lumière*, conſidérée dans ſes diverſes Claſſes de Particules, eſt probablement le ſeul qui ſoit réellement *élémentaire*; c'eſt-à-dire, dont les Particules ſoient inaltérables par les Cauſes phyſiques. Tous les autres ſont des *Compoſés*, qui ſe forment & ſe détruiſent ſans ceſſe; & la plupart des Phénomènes phyſiques ſont liés à ces compoſitions & décompoſitions.

104. Ces *Fluides* ſont ceux que je nomme *atmoſphériques* en général: leur caractère diſtinctif, eſt, de *tomber* vers la Terre, ce qui, dans la définition que j'ai donnée d'entrée de ces Fluides, ſignifie; que la Vîteſſe de leur Chûte vers la Terre, a un rapport ſenſible avec celle de leur Mouvement propre: par où ils

reſtent auprès de la Terre & forment ſon Atmoſphère. Ceux de ces *Fluides* qui ne traverſent ni le Mercure ni le Verre, & qui par-là ne preſſent la Colonne *barométrique* qu'à l'extérieur, ſont les *Fluides atmoſphériques* groſſiers : ce ſont ceux qui forment le *Poids* connu des Colonnes de l'Atmoſphère, & qui peuvent même être peſés à la Balance. Mais il exiſte d'autres *Fluides atmoſphériques* plus ſubtils, tels, par exemple, que le *Feu* & le *Fluide électrique*; dont le *Poids* ne nous eſt pas encore connu, ſoit parce qu'il échappe à nos Balances les plus délicates, ſoit parce qu'il eſt maſqué par d'autres cauſes de Mouvement, qui ſe trouvent dans ces Fluides mêmes.

105. Outre que la *Lumière* eſt de tous les Fluides expanſibles que nous pouvons ſoumettre à l'Expérience, le ſeul qui ſoit inaltérable; ce *Fluide* eſt encore le ſeul qui ne ſoit pas *atmoſphérique :* ce qui réſulte de la prodigieuſe *Vîteſſe* du Mouvement de ſes Particules, avec laquelle la *Vîteſſe* de leur *Chûte* vers la Terre n'a aucun rapport ſenſible. Elles paſſent donc auprès des grands Corps, ſans que leur route y ſoit ſenſiblement fléchie, & continuent de ſe mouvoir en ligne droite. Mais elles ſont ſoumiſes à des *Affinités* très-variées & très-puiſſantes, par leſ-

quelles elles peuvent être asservies comme toute autre Substance terrestre.

106. Il résulte encore de cette prodigieuse *Vitesse* de la *Lumière*, dont les Astronomes néanmoins sont parvenus à nous donner une idée déterminée, que dans un grand nombre de ses compositions par Affinité avec d'autres Substances, ses Particules ne cessent pas de se mouvoir: seulement, leur Course est ralentie: & par le changement de Forme dans leurs Grouppes, il arrive à la plupart; qu'au lieu de continuer à se mouvoir en *ligne droite*, par la Cause méchanique de leur Mouvement, elles changent sans cesse de direction dans leurs routes; mais en diverses manières dans les diverses Espèces; & parcourent ainsi des *Courbes* différentes; ce qui contribue pour une grande partie à la différence de leurs Phénomènes.

107. La Source principale de la *Lumière* pour la Terre, dans son état présent, est le Soleil; & c'est par cette Substance que tout y est entretenu en action. La Terre & son Atmosphère reçoivent sans cesse, dans quelqu'une de leurs parties, une nouvelle quantité de *Lumière*, & en rendent simultanément une portion dans l'Espace: le reste leur demeure

pour un tems, s'uniſſant par Affinité à d'autres Subſtances, & ne reparoiſſant que dans les Phénomènes *phoſphoriques* de toute eſpèce. La *Lumière*, dans cet état *latent*, fait un des Ingrédiens de la plupart des Subſtances ſenſibles ; & les *Fluides atmoſphériques* en particulier, lui doivent, ou immédiatement, ou médiatement, l'*expanſibilité* dont ils jouiſſent, ſoit le Mouvement de leurs Particules : ils le lui doivent immédiatement, lorſqu'elle entre dans leur compoſition comme *Lumière* ſimple, & qu'ainſi ils ne peuvent ſe décompoſer ſans être *phoſphoriques* ; & médiatement, lorſque quelqu'un de ces premiers *Compoſés* de la *Lumière*, entre enſuite comme Ingrédient, dans la compoſition de quelque *Fluide atmoſphérique* groſſier. Il peut donc arriver à ces *Fluides* (& c'eſt le cas le plus ordinaire) de ſe décompoſer, ſans être *phoſphoriques* ; laiſſant ſeulement échapper alors un *Fluide* plus *expanſible* qu'ils ne l'étoient eux-mêmes.

108. Tous les *Fluides atmoſphériques* étant ainſi des *Compoſés*, & leur *expanſibilité* n'étant due qu'à l'un de leurs Ingrédiens, je déſignerai celui-ci par une expreſſion qui rappellera ſa nature, en le nommant *Fluide déférent* ; & je nommerai Subſtances purement *graves*, les au-

tres Ingrédiens de ces *Composés*, qui ne jouissent de la Faculté *expansive* que par leur union à l'autre Substance. Ainsi le *Feu* sera le *Fluide déférent* des *Vapeurs aqueuses*, & l'*Eau* leur Substance purement *grave*.

109. Tous les *Fluides expansibles* soumis à nos Expériences, excepté encore la *Lumière*, ont donc un *Fluide déférent* immédiat, & une ou plusieurs Substances purement graves; mais il y a entre ces *Fluides* des différences très-clairement caractérisées, d'après lesquelles je les diviserai en deux Classes, sous les Noms de *Vapeurs* & de *Fluides aëriformes*: voici ces Caractères distinctifs.

110. *Première différence.* Les *Fluides aëriformes* peuvent subir tout degré connu de Pression sans se décomposer : au lieu que les *Vapeurs* se décomposent quand elles éprouvent une Pression trop grande : les Particules de la Substance purement *grave* de celles-ci, arrivant alors à une trop grande proximité, se réunissent & abandonnent le *Fluide déférent*, qui s'échappe, & reparoît alors en produisant ses Effets propres. Dans les *Vapeurs aqueuses*, comme je l'ai montré ci-devant, ce sont les Particules d'*Eau* qui se réunissent dans ce cas; & leur

Fluide déférent, qui eſt le *Feu*, ſe manifeſte par les Phénomènes de la *Chaleur*.

111. *Seconde différence.* Les *Fluides aëriformes* étant néanmoins des Mixtes comme les *Vapeurs*, ils ſont ſoumis comme elles à des décompoſitions; mais ils ne les ſubiſſent, que lorſqu'il s'exerce, entre leur Subſtance purement *grave* & quelque autre Subſtance, une *Affinité* qui l'emporte ſur celle qu'a la première avec ſon *Fluide déférent.* Un *Fluide aëriforme* eſt donc à l'abri de *décompoſition*, quand il eſt renfermé dans un Vaſe de verre hermétiquement ſcellé. Mais les *Vapeurs* peuvent ſe décompoſer dans un tel Vaſe, par des tendances qu'ont leurs *Fluides déférens* à s'échapper, pour rétablir certains *équilibres*, particuliers aux diverſes Eſpèces. C'eſt ainſi que les *Vapeurs aqueuſes* s'y décompoſent, quand la *Chaleur* diminue à l'extérieur: le *Feu* abandonnant l'*Eau*, pour rétablir l'*équilibre* de Température. Et ſi le *Feu* redevient aſſez abondant à l'extérieur, il en rentre dans le Vaſe, & les *Vapeurs* ſe forment de nouveau.

112. *Troiſième différence.* Quand les *Fluides aëriformes* ont été une fois produits, leur compoſition eſt fixée: ils peuvent bien perdre quelqu'un de leurs Ingrédiens intimes; ou en ac-

quérir de nouveaux, & par-là changer de nature : mais ce ne peut être que par l'intervention de quelque autre Subſtance, & non par plus ou moins d'abondance des mêmes Ingrédiens dont ils ſont formés. Dans les *Vapeurs* au contraire, le rapport entre les quantités reſpectives des mêmes Ingrédiens eſt très-variable ; il dépend de leur abondance comparative. Et comme c'eſt de leur *Fluide déférent* que leur vient leur *Faculté expanſive* ; elle devient plus grande, toutes choſes d'ailleurs égales, quand ce *Fluide* eſt proportionnellement plus abondant.

113. Ces trois Caractères diſtinctifs des *Vapeurs*, comparativement aux *Fluides aëriformes*, procèdent d'une même Cauſe ; ſavoir, la foibleſſe de l'union de leur Subſtance purement *grave* à leur *Fluide déférent.* C'eſt d'abord par-là que cette dernière Subſtance peut abandonner l'autre, par la ſeule tendance que ſes Particules ont entr'elles quand elles arrivent à une certaine proximité. C'eſt encore par la même Cauſe, que le *Fluide déférent* peut à ſon tour, abandonner la Subſtance purement *grave*, pour rétablir certains *équilibres* qui le concernent. Enfin, c'eſt par la même Cauſe, qu'une plus grande abondance de *Fluide déférent*, pro-

cure plus de Force expansive à une même quantité de la Substance purement *grave :* soit qu'il en résulte une moindre quantité proportionnelle de celle-ci dans chaque Particule de *Vapeur*; par où la Vîtesse de celles du *Fluide déférent* est moins diminuée; soit qu'il y ait plus de *Fluide déférent* libre, prêt à se saisir des Particules de la Substance purement *grave* qui s'étoient réunies dans quelque instant de suffisante proximité.

114. Je nomme *Vapeurs*, cette Classe de *Fluides expansibles*, distincte par les trois Modifications précédentes ; & je lui donne ce Nom, parce que ce sont-là les Caractères que j'ai montrés dans les *Vapeurs aqueuses*, & qu'ils appartiennent aussi à d'autres *Fluides* connus dont je vais parler.



CHAP. II.

CHAP. II.

Du Feu.

SECTION I.

Des Substances qui ne sont connues que par les Phénomènes qu'elles produisent.

115. D'APRÈS la définition que je viens de donner de la Classe des *Vapeurs*, j'y rangerai d'abord, le plus général & le plus actif des Agens physiques immédiats sur notre Globe, savoir le *Feu*. Ce *Fluide* n'est point un *Élément*, une Substance indestructible : il est composé de la *Lumière*, qui lui sert de *Fluide déférent*; & d'une Substance purement *grave*; qui se détache de la *Lumière* par simple compression; dont elle se détache à son tour pour rétablir certain *équilibre*; & à qui elle donne plus de *force expansible* quand elle est plus abondante. C'est donc à cause de ces trois Modifications du *Feu*, dont je donnerai les preuves, que je range ce *Fluide* dans la Classe des *Vapeurs*.

116. Je nommerai *Matière du Feu*, la Substance qui, avec la *Lumière*, compose le *Feu*.

Cette Substance m'est inconnue comme existant séparément de la *Lumière* & seule; mais c'est le cas de tant d'autres Substances admises, qu'il n'en résultera point d'objection contre son existence, si les Phénomènes l'attestent. Presque toutes les Substances que nous connoissons immédiatement, ne sont que des *Mixtes*, dont les Ingrédiens intimes ne paroissent jamais isolés; de sorte que ces Ingrédiens ne nous sont connus, que par les Modifications qui en résultent dans ces Substances connues. Comme c'est-là un Principe dont je m'appuyerai en d'autres occasions, je vais l'établir par des Exemples.

117. Les *Vapeurs aqueuses*, tandis qu'elles existent, ne se rendent point discernables par elles-mêmes; & c'est par cette raison qu'on les méconnoissoit dans l'Atmosphère. Mêlées à l'*Air*, elles ne se distinguent point d'avec lui; car elles sont transparentes comme lui; & par-là on ne les apperçoit comme lui-même, que par leur résistance à la compression. Dans le Vuide d'*Air*, nous les prendrions pour un *Fluide aëriforme*, si nous n'en jugions que par leurs Effets méchaniques, sans les soumettre à l'Analyse chymique.

118. Nous ne savons donc qu'il existe des *Vapeurs aqueuses*, qu'en observant leurs Effets mé-

chaniques quand elles se forment, ou en soumettant à l'Analyse, l'Air auquel elles se trouvent mêlées. Ainsi à leur formation; dans un espace plein ou vuide d'Air, mais où l'introduction de tout Fluide expansible grossier se fait appercevoir par une augmentation de Pression; cette augmentation a lieu, & le *Manomètre* l'indique. Si nous cherchons ensuite, quelle est la Pesanteur spécifique du nouveau *Fluide* introduit; nous la trouvons plus de moitié moindre que celle de l'Air commun. Tels sont les Effets méchaniques, d'après lesquels nous nous assurons d'abord, que l'*Air* se trouve alors mêlé d'un *Fluide*, qui n'est pas lui-même, quoiqu'il soit *expansible* comme lui. Si nous introduisons dans le lieu qui renferme ce mêlange de *Fluides expansibles*, certaines Substances, qui réduisent leur quantité à ce qu'elle étoit avant l'introduction du nouveau *Fluide*; nous aurons dans ce Phénomène une nouvelle donnée, pour déterminer la nature du *Fluide* qui se trouvoit mêlé à l'*Air*. Enfin, si au moment où la *Pression* est diminuée dans le lieu, par la destruction de ce *Fluide expansible*, nous appercevons que la *Chaleur* augmente; nous en conclurons avec la plus grande probabilité: que le *Feu* étoit uni à quelque autre Substance dans ce *Fluide*, & que c'étoit

à lui que l'*expansibilté* étoit due ; car il occupera encore dans l'*Air* la place qu'y occupoit l'autre *Fluide*, jusqu'à ce qu'il soit sorti au travers des Parois du Vase.

119. Dans ce cas, sans doute, on pourra reconnoître, par l'augmentation de *Poids* dans la Substance *hygroscopique* qui a décomposé les *Vapeurs aqueuses*, qu'il y avoit quelque autre Substance unie au *Feu*. Mais nous pourrions n'avoir pas encore observé ce Symptôme ; nous pourrions même ignorer que cette Substance unie au *Feu* étoit l'*Eau* ; & il ne seroit pas moins raisonnable de conclure des autres circonstances : qu'il a existé dans cet Espace, un *Fluide expansible* différent de l'*Air* ; Fluide qui n'étoit pas le *Feu*, mais dont le *Feu* faisoit partie, s'y trouvant réuni à quelque Substance *inconnue* qui l'empêchoit de produire la *Chaleur*. Cette marche est la seule que nous puissions suivre dans la recherche de la liaison successive des Effets aux Causes ; car au-delà de quelques Phénomènes immédiats où nous appercevons, tant les Substances qui y participent, que la nature de leur action mutuelle ; la plupart de ces circonstances des Phénomènes échappent par degrés à nos Sens, & le Physicien est réduit à suivre la liaison des Effets aux Causes par les Yeux de l'Entendement.

120. Qu'eſt-ce par exemple que l'*Eau*, cette Subſtance ſi généralement répandue ſur notre Globe & qui y ſert à des uſages ſi variés ; Subſtance qui étoit enviſagée, il n'y a pas encore cinq ans, comme étant *élémentaire ?* Des Expériences indubitables, de la plus haute importance en Phyſique à plus d'un égard, ſont venu nous apprendre ; que cette Subſtance, ſi bien définie, & dans laquelle nous comptions au moins connoître un *Élément*, eſt cependant compoſée de deux Subſtances, indéfiniſſables en tant qu'iſolées, & dont tout ce que nous connoiſſons de plus certain, eſt ; que l'une eſt la Subſtance ſenſiblement peſante de l'*Air déphlogiſtiqué*, & l'autre celle de l'*Air inflammable* ; & que, *plus* de la première, ou *moins* de la dernière, conſtitue la différence la plus caractériſtique, entre une *Chaux métallique* & le *Métal* dont elle ſe forme. A quoi donc ſommes-nous renvoyés, pour déterminer la nature de ce prétendu ÉLÉMENT ? A la réunion de deux Subſtances, qui nous ſont inconnues comme exiſtant iſolées, & dont ainſi la nature intrinsèque nous eſt totalement inconnue juſqu'ici.

121. Ces Subſtances ſans doute, peuvent être ſuivies comme *à la piſte*, par le *Poids* qu'acquièrent ou que perdent les Compoſés, auxquels

elles se joignent, ou dont elles se séparent. Mais quoiqu'il soit vrai qu'on doit toujours marcher la *Balance* à la main en Chymie; il n'est pas moins vrai, qu'on seroit bientôt arrêté, si l'on ne vouloit croire à l'existence de certaines Substances, d'ailleurs perceptibles, que lorsque la Balance les rend sensibles. La *Lumière*, par exemple, considérée comme une Substance par la plupart des Physiciens, a bien sans doute un *Poids*; mais quelle Balance l'indiquera! Les *Odeurs*, qui sont indubitablement des Particules détachées de certains Corps, & probablement par un *Fluide déférent*, n'ont point de *Poids* sensible. Et si nous considérons l'un des grands Phénomènes de la Chymie, l'*Acidité*, nous serons fort embarrassés de définir les Substances qui la produisent, & de leur assigner un *Poids*. Les Phénomènes de l'*Acidité* sont distincts par certains Caractères; nous les voyons opérer à des Liquides & à des Fluides expansibles: mais c'est par ces Phénomènes seuls, que nous jugeons de l'existence de certaines Substances, ou de certaines combinaisons entre des Substances, que nous nommons les *Acides*; & plus la Chymie a fait de progrès, moins on s'est cru en état de déterminer, & même de découvrir, quels sont les Ingrédiens simples, qui, seuls ou réunis, produisent ce Phénomène.

122. Il eſt donc certain; que dès que nous pouſſons notre Analyſe juſqu'aux Ingrédiens intimes des Subſtances, la *Lumière* ſeule reſte diſcernable dans ſon état iſolé; & cela, en tant qu'elle affecte inſtantanément l'Organe de la *Vue*. Tous les autres Ingrédiens primitifs nous échappent; & nous ne les découvrons que par les Modifications qu'ils opèrent dans les Subſtances déjà ſenſibles; Modifications d'après leſquelles nous pouvons juger d'autant plus ſurement qu'il exiſte certaines Subſtances, qu'elles ſont plus analogues avec d'autres Modifications produites par des Subſtances connues.

123. C'eſt donc à l'aide de l'Analogie, que je juge de la nature du *Feu*; & que je reconnois ainſi dans ſa compoſition, la *Lumière* comme *Fluide déférent*, unie à une autre Subſtance qui la modifie. Je vais maintenant revenir à ce *Fluide*, & à ſes Analogies avec les *Vapeurs aqueuſes*.

SECTION II.

De la nature du Feu.

124. LE *Feu* eſt l'un des Compoſés les plus ſimples de la *Lumière*; & c'eſt par lui principalement qu'elle entre dans la compoſition de

presque toutes les Substances. La *Lumière* est unie dans le *Feu*, à une autre Substance, qui la prive de l'exercice de sa *Faculté* distinctive de produire la *Clarté*, mais avec laquelle elle produit, entre autres, un nouveau Phénomène très-distinct, celui de la *Chaleur*.

125. Je juge que le *Feu* est ainsi composé; d'après quelques-uns de ses Phénomènes, analogues à ceux des *Vapeurs aqueuses*, qui les produisent par une composition de même genre. Voici d'abord une de ces Analogies. Si l'on remplissoit de *Vapeurs aqueuses* les Cavités d'une Éponge, en l'exposant mouillée à la Chaleur de l'Eau bouillante, & qu'en cet état on lui fît subir une grande pression : chassant ainsi violemment les *Vapeurs*, on libéreroit le *Fluide déférent* d'une portion de leurs Particules; ce qui se manifesteroit aussi-tôt, par l'augmentation de la *Chaleur*, effet distinctif du *Feu* : & en même tems, la partie non décomposée des *Vapeurs* sortiroit avec rapidité, ce qui s'appercevroit par le déplacement de l'Air.

126. On peut soumettre le *Feu* à une épreuve exactement analogue; c'est-à-dire, qu'en le forçant à sortir avec rapidité de quelque Corps, il s'en décomposera une partie, qui manifestera son *Fluide déférent*, la *Lumière*; en même tems

qu'une autre partie, non décomposée, déplacera aussi l'*Air* en le dilatant, & se fera appercevoir au Thermomètre. Il suffit pour cela, de chauffer une baguette de Fer sans la rougir, & de la forger ensuite rapidement tout le tour. Bientôt elle *luira* par *incandescence*, & produira en même tems de la *Chaleur* autour d'elle. Ces Phénomènes distincts, de *Clarté* & de *Chaleur*, ne sont pas produits par un même Fluide. Le premier est l'effet distinct de la *Lumière*, qui s'élance rapidement dans l'Espace; le second est l'effet du *Feu*, qui se propage lentement. La *Lumière* a été libérée, par la décomposition d'une partie du *Feu*; comme le *Feu* l'a été dans l'Exemple des *Vapeurs aqueuses*, par la décomposition d'une partie de ces *Vapeurs*; & la *Chaleur* produite, est l'effet du *Feu* qui s'est échappé sans décomposition.

127. Dans le *Feu* donc, comme dans tous les *Composés*, les Ingrédiens perdent l'exercice de leurs Facultés distinctives; ce qui est d'abord une des Causes de ce que la *Matière du Feu* nous est encore inconnue; car si elle existe dans quelque état où nous puissions la distinguer, nous ne saurions la reconnoître dans le *Feu*, où elle ne jouit point de l'exercice de ses Facultés propres. La *Lumière*, qui fait son autre In-

grédient, n'y eſt point non plus apperçue, tant qu'il exiſte comme *Feu*, dans quelque état qu'il ſoit; c'eſt-à-dire, ni comme *Feu libre*, & alors produiſant la *Chaleur*; ni comme *Feu combiné* ou *latent*, & dans cet état ayant perdu lui-même l'exercice de ſa Faculté diſtinctive.

128. Le *Feu* eſt de la Claſſe des *Vapeurs*; puiſqu'il a un *Maximum* de denſité, au-delà duquel il s'en décompoſe une partie. Ce *Maximum* eſt l'*Incandeſcence*; & c'eſt alors ſeulement que le *Feu* produit des Phénomènes phoſphoriques. Nous pouvons donc en conclure, par analogie avec les *Vapeurs aqueuſes*, que cette décompoſition s'opère, lorſque les Particules du *Feu* ſont devenues ſi voiſines les unes des autres, que celles de la *Matière du Feu* ſe réuniſſent & abandonnent la *Lumière*, juſqu'à ce que la diſtance néceſſaire à la conſervation des Particules du *Feu* ſoit rétablie.

129. C'eſt par ce *Maximum* de la denſité du *Feu*, que la *Chaleur* de nos Fourneaux eſt bornée; comme l'eſt auſſi l'action méchanique des *Vapeurs aqueuſes* dans chaque Température. Quand l'*Incandeſcence* eſt extrême; c'eſt-à-dire, quand la décompoſition du *Feu* s'étend à toutes les Claſſes de Particules de la *Lumière*, & qu'ainſi l'*Incandeſcence* eſt réellement arrivée

blanc, le *Feu* eſt à ſon plus haut période ; & ſes Effets ſimples ont acquis toute l'intenſité poſſible, ſi les Subſtances expoſées à ſon Action l'éprouvent en entier.

130. J'entends ici par la *Chaleur* de nos Fourneaux, l'action ſimple qu'y exerce le *Feu*; de laquelle réſultent trois Effets principaux : 1°. la dilatation des Subſtances qui y ſont expoſées ; 2°. la transformation de nombre de Solides en Liquides, ſoit la *Fuſion* ſimple ; 3°. la *Vaporiſation* de quelques-uns, par la ſimple abondance du *Feu*. Je ne compte donc pas au nombre des Effets ſimples du *Feu*, les *Fuſions* aidées par des *Affinités*. Dans une *Fuſion* ſimple, la Subſtance fondue doit, en perdant ſon excès de *Chaleur*, reprendre la forme qu'elle avoit auparavant. Lors donc qu'elle paroît alors ſous une nouvelle Forme ; c'eſt une preuve que la liquéfaction n'a pas été un Effet ſimple du *Feu*, mais qu'elle a été aidée par des *Affinités*. Tel eſt par exemple l'effet des Subſtances nommées les *Fondans* ou *Flux* ; au moins dès qu'elles ont produit des *Fuſions* qui n'auroient pas lieu ſans elles, & qu'il en réſulte de nouvelles Subſtances après le refroidiſſement. La *Vaporiſation* ſimple a encore le même caractère : une *Vapeur*, produite ſeulement par une certaine abondance de

Feu, se change, par le simple refroidissement, en la même Substance qui avoit acquis l'expansibilité par son union avec lui.

131. Les Phénomènes des grands *Verres ardens*, qui semblent d'abord être produits par un degré de *Chaleur* plus grand que celui de nos Fourneaux, sont fort différens de ceux que je viens de définir comme étant les effets simples du *Feu:* le changement d'état des Substances qui entrent en *Fusion* à leur Foyer; changement sur lequel le Dr. PRIESTLEY nous a déjà donné des détails si intéressans; est une preuve que la *Fusion* n'y est pas simple. Toute Substance qui a été *réfractaire* dans nos Fourneaux, & qui entre en *Fusion* au *Foyer caustique*, atteste, par son état après le refroidissement, les changemens qu'elle a subis par des *Affinités*. Ainsi, quoique les *Rayons* concentrés du Soleil, y produisent probablement de nouveau *Feu*, & en libèrent de l'*Air*; ce n'est pas à une plus grande densité de ce *Feu* qu'est due la différence des Effets de ce *Foyer* comparativement à nos Fourneaux; c'est à des *Affinités:* & la *Lumière*, comme Substance qui en exerce, y joue probablement un grand rôle.

132. J'ai déjà indiqué, dans mon Ouvrage de Géologie, quelques-unes des raisons que

j'ai de penser, que les *Rayons du Soleil* ne sont pas *calorifiques* par eux-mêmes, mais simplement *phosphoriques*. C'est-là un des objets que je traite le plus en détail, tant synthétiquement qu'analytiquement, dans l'Ouvrage dont je suspends l'Impression; regardant les influences des *Rayons du Soleil* sur notre Globe, comme le plus grand objet de la Physique terrestre. Je suis bien loin encore de pouvoir le traiter d'une manière qui me satisfasse moi-même; mais je ferai peut-être naître des Idées chez ceux qui sont plus en état que moi d'en suivre les conséquences.

133. Entre les Phénomènes qui contribuent à établir, que la *Chaleur* produite par les *Rayons du Soleil* ne procède pas immédiatement d'eux-mêmes; c'est-à-dire, qu'ils ne sont pas du *Feu*; se trouvent les différences très-frappantes de la *Chaleur*, dans un même Lieu en même Saison, & en différens Lieux à même Latitude: différences qui ne sauroient exister, si les *Rayons du Soleil* produisoient immédiatement la *Chaleur*. Mais dès que la *Lumière* n'est pas le *Feu*, quoique le *Feu* la contienne; dès que, pour devenir *Feu*, il faut qu'elle se joigne à quelque autre Substance; on voit pourquoi il règne un rapport général de la *Chaleur* avec les Saisons & les

Latitudes, ſans que néanmoins ce rapport ſoit à beaucoup près régulier. Car l'intenſité de la *Chaleur* dépend encore, de la quantité d'une certaine Subſtance, à laquelle les *Rayons du Soleil* doivent ſe réunir: quantité qui peut être, & variable dans un même Lieu, & conſtamment différente en différens Lieux à même Latitude, à cauſe des différences du Sol.

134. Les *Rayons du Soleil* produiſent la *Chaleur* de deux manières diſtinctes; l'une en augmentant l'expanſibilité du *Feu* déjà exiſtant, l'autre en formant de nouveau *Feu*. C'eſt à quoi conduiſent les Phénomènes du *Feu*, par Analogie avec ceux des *Vapeurs aqueuſes*. Le Caractère général des *Vapeurs*, eſt une union foible de leur *Fluide déférent* avec leur Subſtance purement *grave*: d'où réſulte d'abord; que ſans autre Cauſe, que les différences proportionnelles du *Fluide déférent* dans un Lieu, les mêmes quantités de Subſtance purement *grave* en état de *Vapeur*, exercent une plus grande *Force expanſive*. (§. 109). Ainſi par exemple; une même quantité d'*Eau* en *Vapeur*, dans un même eſpace, y exercera plus de *Force expanſive*, s'il y a plus de *Feu*, que s'il y en a moins. C'eſt donc là un des Effets des *Rayons*

Solaires pour augmenter la *Chaleur*, ſoit la *Force expanſive* du *Feu*.

135. Il réſulte encore de la nature des *Vapeurs*; que s'il ſe trouve dans un Eſpace, une quantité de la Subſtance purement *grave* d'une certaine *Vapeur*, qui ne ſoit pas encore unie au *Fluide déférent* de ſon Eſpèce: ſoit que cette quantité ſurabondante ſoit libre; ſoit qu'elle ſe trouve combinée avec quelque Subſtance, de manière néanmoins que le *Fluide déférent* puiſſe l'en ſéparer; l'introduction d'une nouvelle quantité de *Fluide déférent* dans l'Eſpace, y produira de nouvelles *Vapeurs*. Lors par exemple qu'il ſe trouve dans un Lieu, de l'*Eau* non vaporiſée; ſoit concrète, ſoit hygroſcopiquement combinée avec quelque Subſtance ſolide; l'introduction de nouveau *Feu* dans ce Lieu-là, y forme de nouvelles *Vapeurs aqueuſes*. Ainſi donc, quand les *Rayons Solaires* trouvent de la *Matière du Feu* en certaines combinaiſons qui leur permettent de s'y unir, ils produiſent de nouveau *Feu*; & probablement bien d'autres Phénomènes ſimultanés, ou que nous ignorons, ou que nous obſervons ſans en connoître la Cauſe.

136. Ne ſachant pas où eſt logée la *Matière du Feu* lorſqu'elle n'eſt pas dans le *Feu* même,

j'ajouterai seulement à l'égard de cette dernière Cause d'augmentation de la *Chaleur*; que je la regarde comme étant celle, qui produit ces différences, autrement si embarrassantes, des *Températures* des mêmes Saisons dans un même Lieu, & des *Températures* moyennes de Lieux situés à même Latitude. C'est probablement dans l'Atmosphère, que les *Rayons du Soleil* forment une partie du nouveau *Feu* qui doit remplacer celui qui se détruit sans cesse, non-seulement dans tous les Phénomènes *phosphoriques* sensibles de ce Fluide, mais vraisemblablement dans bien d'autres, trop foibles pour que nous les appercevions. Or comme l'état de l'Atmosphère varie beaucoup dans les mêmes Lieux, il est très-aisé de concevoir, que ces variations peuvent affecter la quantité de la *Matière du Feu*, tellement que la *Chaleur* résultante des *Rayons du Soleil*, éprouve des changemens très-considérables, quelquefois d'une heure à l'autre, mais sur-tout dans la Température comparative des mêmes Saisons.

137. C'est principalement dans les Couches inférieures de l'Atmosphère, que se forme ce nouveau *Feu*; ce qui explique d'abord, le Phénomène remarquable de la moindre *Chaleur* des Couches supérieures, quoiqu'elles soient traver-
sées,

ſées, pour le moins autant que les inférieures, par la ſomme des *Rayons Solaires* incidens & réfléchis. Il ſuit de cette dernière remarque; que l'explication qu'on avoit donnée de ce Phénomène, ſavoir la *réflexion* du Sol, n'étoit pas ſolide. Car s'il s'agit de *réflexion* de *Lumière :* celle qui eſt réfléchie, traverſe de nouveau les Couches ſupérieures, comme les inférieures; avec quelque diminution pour les premières, comme les dernières en ont éprouvé à l'égard des *Rayons* incidens. Mais ſi ce n'eſt plus de la *Lumière* elle-même qu'on parle; ſi c'eſt d'une Cauſe de *Chaleur*, laquelle ſe propage lentement; la *Lumière* même n'étoit donc pas cette Cauſe. Mais les Couches inférieures ſont toujours affectées par l'état du Sol, & peuvent ainſi contenir plus de *Matière du Feu :* & l'on conçoit bien auſſi, que ſuivant la nature du Sol, ces Couches peuvent contenir plus de *Matière du Feu* dans un Pays que dans un autre; & qu'ainſi, quoiqu'à même Latitude, des Pays différens peuvent avoir des *Températures* moyennes très-différentes.

138. Entre les différences de *Chaleur* qui réſultent de la quantité des *Rayons Solaires*, celles qui ſont le moins affectées par des différences accidentelles, ſont celles du Jour à la

Nuit, & de la lumière du Soleil à l'Ombre. Durant le *Jour*, outre la formation variable de nouveau *Feu*, il y a une augmentation constante de la *Force expansive* du *Feu* existant, par l'addition d'une nouvelle *Lumière :* augmentation néanmoins qui paroît avoir des limites; c'est-à-dire, que lorsqu'elle est arrivée à un certain point, le *Feu* rend autant de *Lumière* qu'il en reçoit. Ensuite dans la *Nuit*, il rend peu-à-peu cette *Lumière* excédente; ce qui probablement est la Cause de ce qu'il n'y a jamais de *Nuit* totale, quoique la Lune ne soit pas sur l'Horison, & que d'épaisses Nuées interceptent la foible *Lumière* des Étoiles. Je l'ai observé plus d'une fois en voyageant de Nuit, & ne pouvant point me rendre compte du degré de *Clarté* que j'appercevois encore sur le Chemin.

139. C'est donc aussi en partie à cette restitution de *Lumière* faite par le *Feu*, & perceptible dans l'*Obscurité*, que j'attribuerois ces Phénomènes *phosphoriques*, observés par M. DU FAY, par le Père BECCARIA, & par M. WILSON; dans lesquels, nombre de Corps, de toute Couleur, brillent d'une *Lumière* blanche, après avoir été exposés aux *Rayons Solaires*. M. WILSON a fait à ce sujet une Expérience bien remarquable, qui m'a fait naître cette idée. Du Papier blanc, exposé aux *Rayons du*

Soleil & apporté dans l'*obſcurité*, y *luit* quelque tems. Si, avant que de l'expoſer à la Lumière, on poſe deſſus un Corps *chaud*; apporté dans l'obſcurité, la place qu'y a occupé ce Corps, brille d'une *Clarté* plus vive; & cependant, ſi tandis qu'il brille ainſi, on lui applique de nouveau un Corps *chaud*; au lieu d'augmenter ſa *Clarté*, on la fait diſparoître. Ces obſervations ſont connues, ainſi je n'entre pas dans plus de détail.

140. C'eſt, dis-je, ce Phénomène, d'abord ſi étrange, qui m'a fait naître l'idée que j'expoſe; parce que j'y ai vu des Modifications analogues à celles des *Vapeurs aqueuſes*. Quand on expoſe au Soleil le Papier plus *chaud*, il y a plus de *Matière* du *Feu* pour retenir la *Lumière*; il en rendra donc davantage dans l'obſcurité. Mais ſi on le met de nouveau en communication avec un Corps chaud, le *Feu* des deux Corps ſe met en équilibre abſolu, & alors cette nouvelle opération revient, à échauffer le Papier dans l'obſcurité; ce qui ne le fait pas luire.

141. Ce Phénomène ne peut avoir lieu, que ſur des Corps où le *Feu* ſe propage lentement; car dans ceux où le contraire arrive, le *Feu* qui devient plus *expanſible* à la ſurface, pénètre

bientôt le Corps & s'y répand ; ce qui rend ce Phénomène *phosphorique* absolument imperceptible : aussi n'a-t-on jamais pu le faire produire aux Métaux. J'ajouterai ; que tous les Phénomènes de cette Classe ne sont probablement pas dus au *Feu :* il y a sans doute beaucoup d'autres Substances, qui ont avec la *Lumière* ce degré d'*Affinité*, par lequel elle s'y unit foiblement quand elle est abondante, & les abandonne ensuite peu à peu dans l'Obscurité.

142. Dans le nombre des Expériences intéressantes de ce genre, faites par M. WILSON, & dont j'ai eu occasion de voir quelques-unes, il en est une Classe qui ne peut être rapportée à cette Cause. Je veux dire celle de ces *Huitres calcinées*, qui brilloient toujours des mêmes *Couleurs* dans l'Obscurité ; non-seulement, après avoir été exposées aux Faisceaux entiers des *Rayons* du Soleil ; mais encore, lorsqu'elles avoient été éclairées par chacun des *Rayons* distincts, séparés par le Prisme : avec cette circonstance bien remarquable ; que si par exemple, l'*Huitre* étoit disposée à luire de la Couleur *rouge* ; le moins favorable des *Rayons* pour la faire luire de cette Couleur, étoit le Rayon *rouge*.

143. M. EULER triompha un moment de cette découverte; prétendant qu'elle *renversoit* la Théorie de NEWTON sur les *Couleurs*, & établissoit la sienne sur des *Bases inébranlables*. Son Hypothèse, comme on sait, est celle de *Vibrations* dans un *Milieu* & dans les *Particules* des Corps: par où il croit expliquer tous les Phénomènes de la *Lumière*. C'étoit prendre mal son tems pour triompher; car malgré l'explication qu'il prétendit donner du Phénomène; en faisant *tirer de leur repos* les *Particules* des Corps, par des *Rayons* qui avoient des *Vibrations propres* différentes des leurs; il est resté constant: que si des *Particules* ont des *Vibrations propres*, elles ne seront jamais plus efficacement ébranlées, que par des Vibrations du *Milieu* qui seront à leur *unisson*.

144. Cependant l'Hypothèse de M. EULER reste alors sans ressource; car n'ayant que des *Vibrations* pour produire tout Phénomène *phosphorique*; & ne pouvant expliquer d'une manière satisfaisante, pourquoi les Rayons *violets* en feroient naître de plus grandes que les Rayons *rouges*, dans des Corps disposés à la Couleur *rouge*; n'ayant pas même songé à expliquer, pourquoi ces Corps phosphoriques *rouges*, paroissoient *blancs* au jour; c'est son Hypothèse

qui eſt par-là *renverſée*. Quant à NEWTON, dans ſon Syſtême ſur les *Couleurs* il n'expliquoit que les Phénomènes de la *Lumière* libre ; & à l'égard des Phénomènes *phoſphoriques*, il admettoit l'*Émiſſion* de cette Subſtance. Il auroit donc dit ſans doute, comme le dit M. WILSON en rapportant l'Expérience dont il s'agit : « Ces Huitres brillent d'une autre Lumière, « que de celle qui les a frappées. »

145. Des *Huitres calcinées* ſont diſpoſées à la décompoſition en général ; car, expoſées à l'Air, elles tombent bientôt en poudre. Il eſt des décompoſitions de Subſtances qui produiſent de la *Lumière*, & même de la Lumière de certaines *Couleurs*. Ces Phénomènes *phoſphoriques* ſont aidés par diverſes circonſtances extérieures : le *Spath phoſphorique*, par exemple, devient *lumineux* par la *Chaleur* d'un Fer chaud ſans être rouge, & brille d'une Lumière *couleur de paille*. Les *Rayons du Soleil* produiſent nombre de Phénomènes par Affinité. Je crois donc pouvoir conclure de toutes ces conſidérations ; que les *Rayons du Soleil* diſpoſoient ces *Huitres calcinées* à une décompoſition *phoſphorique*, dans laquelle elles laiſſoient échapper certaines claſſes de Particules de *Lumière* ; ce qui les faiſoit briller de diverſes *Couleurs*, ſuivant les différentes

circonstances de *Calcination* que M. WILSON a décrites dans son Ouvrage.

146. Je reviens aux effets des *Rayons Solaires* sur la *Chaleur* des Corps. La grande variété de ceux qu'on observe, quand on tire des Corps de l'*Ombre* pour les exposer aux *Rayons du Soleil*, est un de mes motifs pour ne pas regarder ces *Rayons* comme immédiatement *calorifiques*. Car tous ces différens Corps, en passant d'un lieu moins chaud à un lieu plus chaud, changeroient également de *Température*. Ce n'est donc pas un changement de cette espèce qu'ils éprouvent, en passant de l'*Ombre* au *Soleil*. Quelques Corps réfléchissent la plus grande partie de la *Lumière*; tels que les Corps *blancs*, les *Miroirs* de verre, & en particulier la boule bien nette d'un Thermomètre à mercure. Ces Corps-là sont très-peu *échauffés* par les *Rayons* du Soleil. J'ai rapporté dans mon Ouvrage sur les *Modifications de l'Atmosphère*, des Expériences que j'ai faites à cet égard sur le Thermomètre de mercure. Quand mon Thermomètre à *boule isolée*; avec lequel j'observois la Température de l'Air pour la Mesure des Hauteurs par le Baromètre; étoit exposé au *Soleil*, il ne varioit pas sensiblement lorsque je faisois tomber sur sa boule l'*ombre* d'un petit corps éloigné. Il

participoit donc seulement à la *Chaleur* que les *Rayons Solaires* produisoient dans l'*Air* voisin ; *Chaleur* qui n'est pas même accrue par le *Foyer caustique*, tant qu'il n'y a que de l'*Air* ; parce qu'avec plus de *Lumière*, il n'y a pas plus de *Matière du Feu*.

147. Entre les autres Corps exposés au *Soleil*, ceux où le *Feu* circule le plus aisément, sont ceux qui *s'échauffent* le plus. Le *Feu* qui se trouve à la surface sur laquelle tombent les *Rayons*, acquérant plus de *Force expansive*, se *dilate* & force d'autre *Feu* à venir à la surface, où il se *dilate* de même & renouvelle le même effet. Le Corps *s'échauffe* ainsi profondément ; & lorsqu'il vient à toucher des Corps moins chauds ; la Main par exemple, ou le *Thermomètre* ; il leur fait éprouver doublement plus de *Chaleur* ; c'est-à-dire, parce que son *Feu* est plus *dilaté*, & qu'il le communique plus rapidement. C'est ainsi que les *Métaux*, exposés au Soleil, y acquièrent une *Chaleur* souvent insupportable.

148. Enfin, il est probablement des Corps, dans lesquels les *Rayons Solaires* forment de nouveau *Feu* ; & peut-être même en forment-ils dans tous les Corps, quand ils sont con-

centrés au *Foyer caustique.* Mais une des plus grandes Causes de la *Chaleur* à ce *Foyer*, quand certaines Substances y sont exposées, est probablement, la décomposition de l'*Air*, ou de quelqu'*Air* particulier, & celle des Corps mêmes, produite par des *Affinités* de la *Lumière.* C'est-là une des branches de la Physique expérimentale qui est encore la plus obscure; il nous manque quelque connoissance fondamentale, pour servir de Fil dans ce Labyrinthe; & s'il est un moyen de le saisir, c'est par la route que le Dr. PRIESTLEY a choisie; en exposant à ce *Foyer*, diverses Substances, dans différentes sortes d'*Air*; & examinant ensuite, & la Substance, & le *Milieu* restant.

149. Le Dr. PRIESTLEY a eu la bonté de me rendre témoin de quelques-unes de ces Expériences; j'en connois peu qui intéressent davantage, par leur Marche & leurs résultats. Je regrettois qu'on ne pût pas les faire sous une Cloche tapissée de *Glace*, à la manière de l'Appareil de MM. LAVOISIER & DE LA PLACE, auquel je songe toujours dans les Phénomènes où il *naît* de la *Chaleur.* J'ai vu aussi les grands effets de la belle *Lentille* de M. PARKER; & l'état de toutes les Substances qui avoient passé à son *Foyer* attestoit, quoique vaguement, qu'il ne

s'agissoit pas de *Chaleur* seule. Entre les effets dont j'ai été témoin, il en est un qui est bien singulier. M. le Major GARDENER, qui opéroit avec cette *Lentille*, mit à son *Foyer* de petits Cubes de *Magnésie blanche*, formés dans un Moule où il la comprimoit fortement. Elle résistoit pendant un tems assez considérable à l'action prodigieuse de ce *Foyer*; puis, tout à coup, elle diminuoit rapidement de Volume, & restoit en cet état sans recevoir aucune autre altération apparente. Mais ce qu'il y avoit de singulier, c'est que la petite Masse restante, qui ne pouvoit guère avoir plus de la sixième partie du Volume de la Masse précédente, restée blanche, avoit aussi conservé parfaitement sa forme. Le petit Cube avoit ses arrêtes aussi vives, & ses faces presque aussi plates, que le grand.

150. Je viens d'exposer ce que j'entrevois de la manière en laquelle les *Rayons du Soleil* renouvellent la *Chaleur* sur notre Globe; c'est en y formant du *Feu*, & en augmentant la *Force expansive* du *Feu* qui existe dans un état *libre*. Peut-être aussi contribuent-ils, dans quelques cas, à libérer du *Feu*; comme ce *Fluide* fait produire des *Vapeurs aqueuses* aux Substances hygroscopiques qui ont imbibé de l'*Eau*; c'est-à-dire, en donnant une nouvelle

force expanſive à du *Feu* foiblement uni à d'autres Subſtances, & lui procurant ainſi la liberté. En un mot, il n'eſt preſque aucune des Modifications du *Feu*, d'entre celles qui tiennent à ſa compoſition, qui ne puiſſent être rapportées à quelqu'une de celles des *Vapeurs aqueuſes*, & qui ne le rangent ainſi dans la Claſſe des *Vapeurs* telle que je l'ai définie.

151. Mais ce qu'il y a d'eſſentiel à remarquer, & qui rend raiſon de l'incertitude de quelques Phénomènes: c'eſt que le *Feu* libre étant un Fluide purement *expanſible*; c'eſt-à-dire qui, dans cet état, ne *tend* vers aucune Subſtance par préférence aux autres, & ne ſe meut ainſi que par la Cauſe de ſon mouvement propre; qui encore traverſe toutes les Subſtances, excepté la *Glace*, & ſe propage au-delà; il ne ſauroit être ſoumis à des Expériences immédiates, pour découvrir, ſi l'augmentation de *Force expanſive* qu'il montre en certaines circonſtances dans un même Corps, provient d'augmentation dans ſa quantité, ou ſeulement dans celle de ſon *Fluide déférent.* Mais je montrerai ces mêmes Modifications d'une manière non équivoque, dans une autre eſpèce de *Vapeur*, plus active à quelques égards que le *Feu*, & qui cependant peut être con-

tenue comme les *Vapeurs aqueuses*, & soumise ainsi à l'Expérience; je veux dire le *Fluide électrique*. Par où je fortifierai tout ce que j'ai dit ici de la nature du *Feu*.

SECTION III.

Des Phénomènes de la Chaleur, *& premièrement de ceux qui résultent des différences de* Capacité *des Substances; avec quelques détails sur le* Feu.

152. POUR tirer le Mot *Chaleur* du vague où l'ont jetté ses différentes acceptions dans le langage ordinaire, & même dans celui de bien des Physiciens, je le définirai; l'*Effet du Feu libre dans les autres Substances*. Je n'employerai donc jamais ce Mot sous l'Idée de *Cause*; tout comme dans le Chapitre précédent, je n'ai point employé le Mot *Lumière*, mais celui de *Clarté*, pour exprimer l'Effet de la Lumière. J'ai vu très-souvent, dans les Ouvrages des Physiciens qui ont traité ces objets, une grande obscurité résultante de la confusion de ces Idées; & même des apparences d'explication, qui, lorsqu'on venoit à séparer distinctement les *Effets* des *Causes*, n'avoient point de réalité. Ayant donc toujours

parlé de la *Lumière* comme d'une Subſtance, dont j'ai nommé l'Effet *Clarté*, en tant qu'elle affecte l'Organe de la Vue ; je parlerai de même du *Feu*, comme d'une Subſtance, qui, lorſqu'elle eſt libre, produit un Effet diſtinct, nommé *Chaleur*, des différences duquel le *Thermomètre* eſt la Meſure.

153. Dans ce ſens, la *Chaleur*, conſidérée abſtraitement, n'eſt autre choſe que *le degré actuel de Force expanſive du Feu*; car c'eſt immédiatement à ſa *Force expanſive*, que ſont dus les Effets méchaniques du *Feu* libre. Mais comme la *dilatation* des Subſtances eſt le ſigne viſible de ſon Action, & qu'ainſi, c'eſt par des différences de *Volume*, que le Liquide du *Thermomètre* nous indique les différences de la *Chaleur*; je l'ai nommée ci-deſſus, l'*Effet du Feu libre dans les autres Subſtances*, pour me conformer à l'habitude, de conſidérer dans les Subſtances elles-mêmes, la Modification qu'on nomme *Chaleur*; ce qu'on fait le plus ſouvent, en donnant le même nom à ſa Cauſe.

154. C'eſt, dis je, à la *Force expanſive actuelle* du *Feu*, que la *Chaleur* des Subſtances eſt proportionnelle; & non à ſa *denſité*, ſoit à ſa *quantité* dans un même eſpace : car les mêmes



quantités proportionnelles de *Feu*, n'exercent pas un même degré de *Force expansive* dans toutes les Subſtances, & par conſéquent n'y produiſent pas le même degré de *Chaleur.* C'eſt en cela proprement que conſiſte ce Phénomène découvert depuis peu, qu'on a nommé les *différentes Capacités des Subſtances pour la Chaleur*; mais que, d'après les explications précédentes, je nommerai, *différentes Capacités pour le Feu.* Et ſur ce point; quoique le plan abrégé de cet Ouvrage ne m'ait pas permis d'y joindre l'Eſquiſſe que j'ai faite du Syſtême de *Phyſique méchanique* de M. Le Sage, il faut que j'en indique ici une Branche néceſſaire à mon ſujet, & qui montrera en même tems la fertilité de ce Syſtême.

155. M. Le Sage (comme je l'ai dit dès l'entrée de cet Ouvrage) explique, par une Cauſe méchanique, le Mouvement des Particules des *Fluides expanſibles*, & comment elles peuvent jouir de diverſes ſortes de Mouvement. Cette Cauſe eſt elle-même un *Fluide diſcret*, exceſſivement rare, tenu, & rapide, qui ſe meut en ligne droite dans l'Eſpace, & dont il arrive de tout côté à tous les Points ſenſibles de l'Univers. Ce *Fluide* produit immédiatement le Phénomène de la *Gravité univerſelle**; & je ne dirai

que ceci en sa faveur : c'est que je sais directement ; que la démonstration de M. LE SAGE sur la suffisance de ce Fluide pour expliquer, tant les Phénomènes astronomiques, que la Chûte des Corps & ses Loix, a eu l'approbation de plusieurs grands Mathématiciens.

156. A la prière de quelques-uns de ses Amis, M. LE SAGE a publié enfin un petit Mémoire, écrit depuis bien long-tems, sous le Titre de *Lucrèce Newtonien* ; dans lequel il avoit fixé la marche de ses Idées, pour arriver à cette Cause de la GRAVITÉ UNIVERSELLE, dont il n'a pas cessé de s'occuper dès sa jeunesse, avec tous les secours des Mathématiques & de la Physique. Ce Mémoire est imprimé dans ceux de l'Académie de Berlin pour l'anné 1782 : mais quoiqu'il renferme toutes les premières Bases de son Systême, elles n'y seront saisies que par ceux d'entre les grands Mathématiciens, qui aiment assez la Physique, & y ont assez réfléchi, pour ne pas se contenter d'Idées obscures de *Loix* envisagées comme *Causes*, d'Actions des Corps *là où ils ne sont pas*, de Tendances vers un Lieu sans *impulsion* déterminée ; & qui en conséquence, desirent de voir étendre l'Empire des *Causes méchaniques*

(les seules que nous puissions vraiment concevoir dans les Phénomènes *physiques*), jusqu'à quelque premier *Agent méchanique* simple, qui, par une première *Impulsion*, puisse tenir en branle tout l'Univers, & venir exercer ses Effets, par des *Agens* intermédiaires, jusques dans les Phénomènes que nous observons autour de nous, ou faisons naître à volonté. Pour ces Mathématiciens, dis-je, mais pour eux seulement, le Mémoire de M. LE SAGE dont je viens de parler, est une source abondante de grandes Idées.

157. Après avoir expliqué, par l'action de ce Fluide subtil, tous les Phénomènes de la GRAVITÉ UNIVERSELLE, & par conséquent ceux de la *Pesanteur* sur notre Globe, M. LE SAGE montre; comment ce même *Fluide*, le plus éloigné de nos Observations, met en mouvement les Particules des *Fluides expansibles*. M. DAN. BERNOULLI a démontré dans son *Hydrodinamique*, qu'en admettant que les Particules des *Fluides expansibles* sont en mouvement, on explique tous leurs Phénomènes rapportés à l'*Élasticité*; c'est-à-dire, leurs Phénomènes généraux : mais il ne rend raison, ni de ce *Mouvement*, ni de la manière dont ces Particules l'acquièrent de nouveau, quand elles l'ont perdu en frappant les

les Corps. M. LE SAGE, dans le cours des méditations qui font le fujet du Mémoire ci-deffus, étoit naturellement parvenu à fe repréfenter auffi l'Action qu'exercent ces *Fluides* contre les Corps, comme étant produite par des *Chocs*, & leur *Faculté expanfive*, par conféquent comme due au *Mouvement* de leurs Particules. Mais devant alors fe rendre raifon de ce qui renouvelloit ce *Mouvement*, plus ou moins détruit par les *Chocs*, il la chercha inutilement durant plufieurs années, fur la route même où il la trouva enfin; c'eft-à-dire, dans la *Forme* feule des Particules des *Fluides expanfibles*. Cet effet eft encore foumis aux Loix de la Méchanique. C'eft d'abord par une certaine *Forme* générale des Particules de ces *Fluides* qu'elles fe *meuvent*, quoique frappées de tout côté par les *Corpufcules gravifiques*; & c'eft par-là auffi, qu'elles acquièrent de nouveau leur *Mouvement* après des *Chocs*: & de plus, par des déterminations particulières de cette *Forme*, certaines Claffes de Particules changent fans ceffe de direction dans leur route, plus ou moins rapidement, & en divers fens; ce qui leur fait parcourir diverfes Efpèces de Courbes.

158. Je vais maintenant tranfcrire ici, partie d'une Lettre qu'il écrivit fur ce Sujet en Fé-

vrier 1763 à un Mathématicien avec qui il étoit en correspondance. Il venoit de lui donner la démonstration géométrique, de la production du *Mouvement* dans les Particules des *Fluides expansibles*, par les Chocs des *Corpuscules gravifiques*; après quoi il ajoutoit: « Si « j'avois voulu me jouer avec la Géométrie, j'au- « rois pu vous décrire deux Espèces de Cylindres « droits & de Prismes droits, propres à rece- « voir » (par les formes de leurs Bases) « deux « fois plus de mouvement de la part des Cor- « puscules, que le Cylindre dont je viens de par- « ler; des Corps, sur lesquels les Chocs quelcon- « ques sont tous tournés au profit d'une seule & « même direction, au moins avec une différence « plus petite qu'aucune quantité assignée; des « Corps, qui tournent sur leur Axe, sans mou- « vement progressif; des Corps, qui tournent « & avancent rapidement sur un même Axe; « des Corps qui, tournant sur un autre Axe « que celui sur lequel ils avancent, décrivent « des Cercles ou des Hélices, &c. Mais j'aime « mieux me borner à vous faire remarquer: « que quand un Corps pareil à ceux dont j'ai parlé, vient à être libre de se mouvoir, il « acquiert seulement par degrés sa plus grande « Vîtesse possible; c'est-à-dire, la Vîtesse qui « augmente l'Impulsion des Corpuscules sur sa

« *Proue*, & diminue celle que les Antagonistes « exercent par Choc sur sa Pouppe, de deux « quantités, dont la Somme égale la Pression « que reçoit la Pouppe en vertu de la Forme « ci-dessus. »

159. De cette conséquence immédiate du Systême méchanique de M. LE SAGE, savoir ; que les Particules des *Fluides expansibles*, partant du Repos, n'arrivent que *par degrés* à une certaine *Vîtesse terminale* (de même, & par la même Cause, que les *Graves* qui commencent à tomber, éprouvent une *accélération* dans leur Mouvement) ; résulte une Propriété bien importante dans ces *Fluides*, savoir : que lorsque leurs Particules ont perdu leur Mouvement par des chocs contre les Corps, soit extérieurement, soit intérieurement ; ne pouvant le reprendre que *par degrés*, elles peuvent ainsi n'arriver jamais à leur *Vîtesse terminale* dans les Pores de certains Corps. Par-là donc, leurs Chocs seront moins efficaces ; & ils le seront d'autant moins, que par la petitesse ou la forme raboteuse des Pores, elles seront plus tôt arrêtées dans leurs excursions.

160. C'est par-là que s'explique un des Phénomènes, qu'on croyoit probant en faveur de l'Hypothèse de la *Dissolution de l'Eau par l'Air* ;

parce qu'on le regardoit comme une *Dissolution* réciproque *de l'Air par l'Eau*; je veux dire, l'absorption d'une certaine quantité d'*Air* par l'*Eau*. Il est cependant singulier, qu'on n'ait pas fait attention; qu'en alléguant ce Phénomène pour preuve de l'Hypothèse, on démolissoit en édifiant. Car, dans le Phénomène dont il s'agit, l'*Eau* rejette l'*Air*, par l'*augmentation* de la *Chaleur*; tandis que l'une des raisons les plus spécieuses en faveur de la *Dissolution* de l'*Eau* par l'*Air*, étoit; que l'*Eau* se précipite, par la *diminution* de la *Chaleur*, comme il arrive aux Sels dissous dans l'Eau.

161. Mais ce Phénomène d'absorption de l'*Air* par l'*Eau* (ou par tout autre *Liquide*, ou même tout Corps *poreux*) s'explique réellement par le Systême de M. LE SAGE, & j'en ai déjà donné l'explication dans mon Ouvrage sur les *Modifications de l'Atmosphère*. Les Particules de l'*Air*, frappant sans cesse la surface de l'*Eau*, s'engagent quelquefois dans ses interstices. Dès qu'elles sont arrivées dans ces espaces étroits, leurs excursions ne peuvent y être que très-courtes; par où elles n'arrivent jamais à beaucoup près à leur *Vitesse terminale*, & même se trouvent souvent engagées au point de ne plus se mouvoir. Celles qui sont dans ce dernier cas,

ſe trouvent, à l'égard de la Force expanſive, comme ſont les *Graves* en repos, à l'égard de la tendance à tomber. Celles qui ne ſe meuvent que très-peu à cauſe de la petiteſſe de l'eſpace, ſont, à l'égard de l'énergie de leurs chocs, comme les *Graves* dont la chûte eſt fréquemment arrêtée. Toutes ces Particules ceſſent ainſi d'avoir une *Force expanſive* ſuffiſante, pour écarter l'*Eau* & s'échapper. On produira donc une première émiſſion d'*Air*, en déchargeant l'*Eau* du Poids de l'Atmoſphère; parce que l'effort de quelques Particules d'*Air* ſera ſuffiſant alors pour produire un premier écartement dans les Particules de l'*Eau*. On produira le même effet en échauffant l'Eau; parce qu'elle ſe dilatera, ce qui diminuera de plus en plus ſa réſiſtance à être ſéparée (§ 9). Et dans l'un & l'autre cas, la longueur des excurſions des Particules d'*Air* augmentant à meſure que l'eſpace s'élargit, leur *Force expanſive* s'accroîtra; il ſe formera donc ainſi de premières petites Bulles; & elles s'agrandiront en ſe réuniſſant, parce que les Particules d'*Air* s'y mouveront avec plus de liberté; par où enfin elles s'éléveront & ſortiront de l'*Eau*.

162. D'après ce même Syſtême, & les Idées particulières de M. Le Sage à l'égard du

Feu en tant que *Fluide expansible*, j'avois prédit en quelque sorte dans le même Ouvrage, le Phénomène des différentes *Capacités* des Substances pour le *Feu :* voici comment je m'exprimois à cet égard (§ 973). « Je ne sais si nous nous « faisons une juste idée de ce que c'est que l'*éga-* « *lité* ou la *différence* de la *Chaleur* dans les Corps « de différente nature, dès que nous voulons « pénétrer au-delà des apparences, ou des « indications du Thermomètre. Il est très-peu « probable que des Corps différens, que nous « disons également *chauds*, parce qu'ils tien- « nent le Thermomètre au même degré, con- « tiennent une même quantité du *Feu*, sous le « même volume, ou même dans des masses « égales. » Voilà donc le Phénomène des différentes *Capacités*, exprimé dans les mêmes termes où je l'exprime après l'évènement, & prévu ainsi, par une conséquence immédiate du Systême de M. Le Sage ; auquel je dois ce témoignage général, qu'il m'a servi très-souvent de la même manière à soupçonner d'abord ce que l'Expérience a ensuite attesté.

163. C'est donc par sa nature même de *Fluide expansible* que le *Feu* produit moins de *Chaleur*, quoiqu'en même quantité proportionnelle, dans certaines Substances, que dans d'au-

tres. Sa *Force expansive*, qui détermine le degré de la *Chaleur*, dépend de deux circonstances distinctes; savoir, sa *quantité*, & la *Vitesse* de son Mouvement. A même *quantité*, si ses Particules ont moins de *Vitesse*, il a moins de *Force expansive*. Or cette *Vitesse* est déterminée, par la longueur des excursions de ses Particules. Par conséquent, les Substances dans lesquelles les Particules du *Feu* seront le plus souvent arrêtées dans leur course par la petitesse ou la forme de leurs Pores, auront le plus de *Capacité* pour le *Feu*; c'est-à-dire, que chaque Particule y ayant moins d'Action, il en faudra une plus grande quantité pour qu'elles y exercent la même *Force expansive* totale, ou pour y produire le même degré de *Chaleur*.

164. Il me semble, que pour n'avoir pas cherché à se rendre raison de la cause d'où provenoit ce Phénomène des différences de *Capacité*, on a été conduit à des conséquences erronnées sur ses Effets. En rapportant, par exemple, les *Capacités* comparatives, à des *Masses* égales des différentes Substances, on a fait tacitement de la *Chaleur*, une simple *Modification* des Particules mêmes des Substances; après quoi on en a tiré des conclusions, sur ce qui devoit arriver dans des changemens de *Capacité* en

certaines Subſtances, ſans s'appercevoir; que ſi la *Chaleur* eſt l'Effet d'un *Fluide* diſtinct; que ſi ce Fluide par conſéquent exiſte dans des Eſpaces où il n'y a point d'autre ſubſtance que lui; toutes les conſéquences tirées des *Capacités* ainſi enviſagées, ne peuvent être qu'affectées de cette erreur.

165. Ainſi par exemple; de ce qu'une certaine *Maſſe* d'*Air*, à même Température qu'une même *Maſſe* d'*Eau*, a paru communiquer plus de *Chaleur* que cette dernière à une troiſième Subſtance moins chaude, le Dr. CRAWFORD en a conclu; que l'*Air* avoit *plus* de *Capacité* que l'*Eau* dans une certaine proportion: & d'après le rapport fourni par l'Expérience immédiate, il a déterminé; que la *Capacité* de l'*Air* étoit à celle de l'*Eau*, comme 18,6 à 1. Partant donc de l'idée que la *Capacité* de l'*Air* eſt très-grande; & croyant trouver une différence ſenſible entre la *Capacité* de l'*Air commun*, & celle de l'*Air phlogiſtiqué* ainſi que de l'*Air fixe*, il en conclut enfin; que la *Chaleur* produite par la *Combuſtion*, procède ſimplement d'un changement de *Capacité* dans l'*Air*.

166. Sans parler ici de cette dernière Hypothèſe, je ferai ſeulement remarquer combien la

conséquence que je tire de la même Expérience est différente, en supposant même que son résultat immédiat n'est affecté d'aucune erreur. Puisque c'est en même *Masse* que l'*Air* fournit 18,6 fois autant de *Chaleur* que l'*Eau* à une même Substance, en en perdant à un même degré; c'est en un *Volume* environ 800 fois plus grand que celui de l'*Eau*. Si donc on prenoit l'*Air* en même *Volume* que l'*Eau*, il ne fourniroit qu'environ $\frac{18,6}{800}=\frac{1}{43}$ de la *Chaleur* que fourniroit l'*Eau*. D'où je conclus, quoique d'après la même donnée, que l'*Air* n'a au contraire qu'une bien petite *Capacité* pour le *Feu*, & qu'ainsi, les changemens que peut subir cette *Capacité*, ne sauroient produire de grands Phénomènes de *Chaleur*.

167. Cette petite *Capacité* de l'*Air* est conforme à mon Systême; car les Particules du *Feu* ayant beaucoup d'espace pour se mouvoir dans ce Fluide, elles y acquièrent plus de Vîtesse que dans des espaces plus resserrés, & par conséquent les mêmes quantités de *Feu* y exercent plus de Force expansive: il y faut donc moins de *Feu*, pour y produire la même *Chaleur*. La *Capacité* du *Vuide d'air* est peut-être encore moindre; quoiqu'elle ne soit pas *nulle*, comme on semble le penser, en déterminant la

Chaleur que fournit l'*Air* en certaine *Masse:* cependant on sait bien, qu'un Thermomètre placé sous un Récipient vuide d'*Air*, y participe aux variations extérieures de Température. Et c'est ce qui doit arriver, dès que le *Feu* est un *Fluide expansible*; puisque par-là, il doit s'étendre dans tout Espace libre, de la même manière que l'*Air.* Mais, comme je viens de le dire; plus l'espace laissé à ses Particules est grand, jusqu'à un certain *Maximum*, moins il y faut de *Feu* pour que la *Force expansive* qu'il exercera soit en équilibre avec celle du *Feu* contenu dans les Corps voisins. C'est par cette raison que j'ai dit; que le *Vuide* a peut-être encore moins de *Capacité* que l'*Air*; savoir, parce que l'espace y est encore plus libre pour le *Feu.* Toutefois cela dépend d'une chose que j'ignore; savoir, quel espace doivent avoir parcouru les Particules du *Feu*, pour être arrivées à leur *Maximum* de Vîtesse: car dès qu'il est suffisant, l'énergie de ces Particules dans leurs chocs, est arrivée à son *Maximum.* Il est donc possible que le *Vuide* ait sensiblement autant de *Capacité* que l'*Air:* car quant à l'espace qu'y occupent les Particules de l'*Air* par leur Volume propre, il ne sauroit être compté pour rien de sensible.

168. Telle eſt l'idée que je m'étois faite de la cauſe par laquelle différentes Subſtances, à même *Température*, pouvoient néanmoins contenir différentes quantités de *Feu* libre, avant qu'on eût découvert ce Phénomène par l'Expérience: & c'eſt par cette raiſon, que je ne fus point entraîné dans l'opinion qu'on eut d'abord, qu'il réſultoit de cette Cauſe de très-grands Phénomènes de *Chaleur*; car elle me parut inſuffiſante pour produire tout ce qu'on lui attribuoit. Cependant j'ai examiné avec ſoin les raiſons qu'on en a données; & m'étant par-là confirmé dans ma première opinion, j'ai traité cet objet avec beaucoup de détail dans mon autre Ouvrage. J'ai eu auſſi nombre d'entretiens, de bouche & par écrit, ſur ce ſujet avec le Dr. CRAWFORD, dont l'Ouvrage eſt bien connu, & méritoit de l'être, par la nouveauté des Faits & des Vues. Il eſt convenu, avec une franchiſe peu commune, que les Expériences qu'il y avoit rapportées pour appuyer ſon Syſtême, non plus que d'autres qu'il avoit faites depuis dans le même but, & dont il avoit eu la bonté de me rendre témoin, n'étoient, ni aſſez ſûres, ni aſſez directes, pour l'établir. Il eſt occupé à changer la forme de ces Expériences, & il croit pouvoir lever les équivoques que je lui ai fait remarquer dans les premières. Je doute qu'il le

puiſſe d'une manière qui vienne à prouver ſon Syſtême : cependant cela n'empêchera pas, que toutes les Expériences d'un Homme inſtruit & ingénieux comme lui, ne ſoient intéreſſantes en elles-mêmes. Mais en attendant le réſultat de ces nouvelles Expériences, après avoir dit encore un mot ſur les Mouvemens des Particules du *Feu*, j'expliquerai ici, d'après mon Syſtême, les Phénomènes dont il avoit entrepris de rendre raiſon par le ſien.

169. Le *Mouvement* que j'attribue aux Particules du *Feu*, d'après ſes Phénomènes quand il eſt libre, eſt de l'eſpèce que M. LE SAGE exprime ainſi, dans le Paſſage cité ci-deſſus : « des Corps qui, tournant ſur un autre Axe « que celui ſur lequel ils avancent, décrivent.... « des *Hélices*. » A quoi j'ajouterai ſeulement, que les petits *Hélicoïdes* que décrivent ces Particules dans leur route, ſont à *pas* très-ſerrés. Je n'entrerai pas ici dans la conſéquence qui en réſulte pour la *dilatation* des Corps ; parce qu'il faudroit avoir expoſé auparavant, la Cauſe contre laquelle agit le *Feu* ; ſavoir celle de la *Cohéſion*, qui fait une des Branches du Syſtême de M. LE SAGE. Mais je ferai remarquer un autre effet qui en réſulte, dans un Phénomène qui doit étonner ; ſavoir la lenteur de la propa-

gation du *Feu*, même dans l'Air; tandis que, d'après son prodigieux pouvoir pour *dilater* les Corps, on ne peut que lui attribuer une très-grande *Force expansive*.

170. Le *Feu* renfermé dans les Corps, rencontre sans cesse leurs Particules sur sa route, & il les frappe avec une portion d'autant plus grande de sa vîtesse, que ses chocs sont moins obliques; c'est par-là qu'il exerce un si grand pouvoir. Mais il change sans cesse de route; & lorsqu'il est le plus libre, c'est-à-dire dans l'*Air*, son Mouvement progressif étant selon l'axe des Hélicoïdes qu'il trace, il ne se propage que lentement.

171. Enfin, mon Systême particulier sur la composition du *Feu*, s'explique aisément dans ce Systême général de M. Le Sage. Les Particules, extrêmement tenues, de la *Lumière*, sont au nombre des petits Corps qu'il décrit ainsi : « Des Corps sur lesquels les chocs quelconques « des *Corpuscules gravifiques* sont tous tournés « au profit d'une même direction, &c. » par où ces Corps se meuvent très-rapidement *en ligne droite*. Les Particules, dis-je, de la *Lumière* sont de cette classe; & par un certain rapport de leur Masse à leur Vîtesse, de même que par

une certaine forme de leur *Proue* qui frappe l'Organe de la Vue, elles y produisent la *Clarté* en général; & la Sensation d'une certaine *Couleur*, vient de quelque différence dans ce premier rapport. Il est de l'essence de pareils Corps, d'être symmétriques autour d'un Axe; par où les coups frappés tout le tour avec une même inclinaison sur l'Axe, se contrebalancent dans leurs effets. Mais s'il arrive certains changemens à cet égard, par l'addition de quelque nouvelle Substance à un côté du petit Corps; les effets des chocs suivant des lignes également inclinées à l'Axe, ne se compensent plus, & le petit Corps change sans cesse de direction dans sa route. On conçoit aisément de plus; que suivant la partie du petit Corps où se fait l'addition, & suivant la forme de la Particule ajoutée, les changemens de direction peuvent être, non-seulement plus ou moins considérables, mais encore dans plus d'un sens à la fois.

172. C'est donc ainsi que la *Lumière* devient *Feu:* elle s'unit à la Substance que j'ai nommée *Matière du Feu*; & de cette union résulte un grouppe, qui, au lieu de suivre une même direction dans son mouvement, change sans cesse de direction de manière à tracer un *Hélicoïde.* De ce changement naît d'abord, la dif-

férence des Facultés qu'exercent les deux Fluides lorsqu'ils sont libres; la *Lumière libre* produit la *Clarté*, le *Feu libre* produit la *Chaleur*. Mais il en résulte de plus, des Phénomènes très-variés d'une autre classe, par le changement des *Affinités*; celles du *Feu* étant très-différentes de celles de la *Lumière*: & c'est de ces *Affinités* respectives de l'une & de l'autre Substance, que résulte une grande partie des Phénomènes de la *Clarté* & de la *Chaleur*. Car comme la *Lumière*, en combinaison chymique dans le *Feu* & dans plusieurs autres Substances, échappe à la Vue, & ne reparoît que lorsque ces Substances se décomposent: de même le *Feu* échappe ou reparoît au *Thermomètre*, par diverses compositions & décompositions qui lui sont propres, d'où résulte un grand nombre de Phénomènes de *Chaleur*.

173. Le Méchanisme qui produit les *Affinités*, fait depuis long-tems une des Branches du Systême de M. Le Sage. Il traita déjà ce sujet en 1758, pour répondre à une Question de l'Académie de Rouen sur la *Recherche d'une Cause méchanique des Affinités*; & son Mémoire remporta le Prix. Cependant il a beaucoup perfectionné, tant cette Branche particulière de son Systême, que plusieurs autres; & quoique

ſa première tentative eût déjà mérité l'approbation de l'Académie de Rouen, par la route vraiment *méchanique* qu'il avoit ſuivie pour expliquer ce Phénomène, il eſt allé bien plus loin dès-lors ; & il a dans ſes Portefeuilles les Matériaux d'un nouvel Ouvrage ſur ce ſujet, qui a pour titre : *Offrande aux Chymiſtes, par un Phyſico-Mathématicien.* Je ne ſaurois entrer ici dans des détails ſur ce Méchaniſme ; & j'en dirai ſeulement ce qui eſt néceſſaire pour faire concevoir, comment les *Affinités* changent, quand la *Lumière* eſt transformée en *Feu.*

174. M. Le Sage, ayant fait imprimer ſéparément le Mémoire ſur la *Gravité*, mentionné ci-deſſus (§ 156), y a joint en *Appendice* le précis de ſes Idées ſur la Conſtitution des *Graves* & des *Corpuſcules graviſiques.* Suivant lui, & d'après les Phénomènes, les *Particules indiviſibles* des *Graves*, doivent être des eſpèces de *Cages*, dont les barreaux, même augmentés par la penſée du diamètre des *Corpuſcules graviſiques*, ſont ſi petits, relativement à la diſtance mutuelle des barreaux parallèles d'une même Cage ; que le Globe terreſtre n'intercepte pas même la dix-millième partie des *Corpuſcules* qui ſe préſentent pour le traverſer. M. Le Sage détaille cette idée générale, du rapport des *Atomes* des *Graves* aux *Corpuſcu-*

les

les gravifiques, & il y ajoute quelques confidérations géométriques: affurant que les Géomètres qui aimeroient à preffer eux-mêmes les Conféquences de tout cet enfemble, en verroient réfulter tous les Phénomènes de la *Gravité*, comme conféquences néceffaires; ce que je fais être vrai, par l'expérience qu'en ont fait des Géomètres très-diftingués.

175. La tendance générale de toutes les Particules de la Matière les unes vers les autres, foit la *Gravité univerfelle*, eft produite immédiatement par ces *Corpufcules*. Mais la *Cohéfion*; fi fupérieure à la *Gravité* quand les Particules font en contact; eft produite par la Preffion d'un *Fluide fécondaire* (mû par les *Corpufcules* (, le plus fubtil de fa claffe, & qui agit à la manière de l'*Air*. Ce Fluide, dis-je, tient plus ou moins fortement unies entr'elles, les Particules qui fe trouvent plus ou moins en contact; comme l'*Air* tient les Corps unis entr'eux, à proportion de l'étendue des furfaces d'où ils l'excluent mutuellement. Enfin les *Affinités*, qui produifent des *Unions de préférence*, réfultent des différentes groffeurs des Particules du *Fluide fécondaire* fubtil, & de différentes grandeurs & formes des Pores dans les différentes Claffes de Particules des Subftances. Telles

font les diverſes branches générales du Syſtême de Phyſique de M. Le Sage ; dans lequel j'ai toujours vu tant de reſſources pour concevoir les Phénomènes, & en chercher les Cauſes, que je ne puis m'empêcher de regarder comme un retard dans le progrès des découvertes en Phyſique, celui que ſa foible ſanté apporte depuis ſi long tems à la publication de ſes Travaux.

176. Les *Affinités* s'étendent juſqu'aux plus ſubtils des *Fluides expanſibles* qui ſe manifeſtent immédiatement à nous. C'eſt ce que nous montrent les *Affinités* du *Feu* & de la *Lumière*, & que je prouverai encore par celles du *Fluide électrique*. Par conſéquent, ſuivant le Syſtême de M. Le Sage, leurs Particules ſont diverſement *poreuſes*. Cela ſuppoſe ſans doute dans les Fluides les plus reculés de nos obſervations immédiates ; c'eſt-à-dire dans les *Agens* de la *Cohéſion* & des *Affinités*, une ténuité telle, que la *Lumière*, qui nous paroît déjà ſi ténue, eſt très-*groſſière* par comparaiſon avec eux. Mais pourvu que ces gradations de ténuité contribuent à l'explication des Phénomènes, elles ne feront naître aucune objection, dans l'eſprit de ceux qui ſe ſont fait de juſtes idées de la *Grandeur*. Car les *Phénomènes* doivent avoir des *Cauſes* : & ſi celles qu'indique M. Le Sage ſont adéquates,

ce ſont les Phénomènes eux-mêmes qui déterminent les gradations de *ténuité* qui les expliquent. Nous n'avons point d'autre règle pour nous former des idées déterminées de la *Grandeur*; puiſque tout y eſt *relatif*, & que nous ne ſaurions fixer aucune borne à ſes deux extrêmes.

177. On concevra maintenant, comment l'addition de la *Matière du Feu* à la *Lumière*, en changeant d'abord l'eſpèce de Mouvement des Particules de celle-ci, peut auſſi changer leurs *Affinités*. Les Groupes formés par cette addition, ne ſont plus perméables de la même manière aux différentes claſſes de Particules du *Fluide ſubtil*; & voici les Phénomènes généraux qui en réſultent. Quoique les Particules de la *Lumière* ſoient plus ténues que celles du *Feu*, elles trouvent des Corps *opaques*; parce que leurs *Affinités* les y retiennent, en tout ou en partie, & que le reſte eſt réfléchi. Mais à l'égard des Corps avec leſquels la *Lumière* n'a pas des *Affinités* bien ſenſibles, elle les traverſe avec la rapidité qui lui eſt propre. Tel eſt le caractère général de ce *Fluide*.

178. Quant au *Feu*, il ne ſe propage que lentement au travers des Corps; mais il les

traverse presque tous. Les seuls qu'il ne traverse pas, sont; la *Glace* disposée à fondre, & ses analogues, les Corps Solides que la Chaleur peut rendre Fluides, & qui sont prêts à le devenir. La *Lumière* traverse la *Glace* dans tous ses états; mais le *Feu* ne la traverse, que lorsque sa Température est au-dessous de la Congellation. Dès que la *Glace* est disposée à fondre, elle devient pour de nouveau *Feu*, ce que sont les Corps *noirs* pour la *Lumière:* tout celui qui s'y introduit alors, y demeure, sans y augmenter la *Chaleur.* Il en est de même à l'égard de tous les Solides que la Chaleur peut liquéfier, lorsqu'ils sont prêts à entrer en fusion: & c'est-là un premier exemple des *Affinités* distinctives du *Feu* & de la *Lumière.*

179. Ce Phénomène du *Feu* dans la *Glace* disposée à se changer en *Eau*, est l'un des plus importans dans la Théorie de la *Chaleur*; parce qu'il est évident, simple, & susceptible de détermination. Je l'ai établi dans mon Ouvrage sur les *Modifications de l'Atmosphère*, où j'ai rapporté des Expériences que je fis dans l'Hiver de 1754 à 1755 sur la formation de la *Glace* & sa liquéfaction (§ 438, *e*): voici le Phénomène. Ayant fait geler de l'Eau dans des Verres à boire, où j'avois placé des Thermo-

mètres, dont les Boules furent par-là environnées de *Glace*, & ayant mis ensuite ces petits Appareils auprès du feu ; les Thermomètres montèrent jusqu'au moment où la *Glace* fut disposée à fondre. Mais tout le *Feu* qui entra ensuite dans la *Glace*, cessa d'agir sur les *Thermomètres*, en s'employant à faire de l'*Eau* ; tandis que la *Lumière* qui se dégageoit en même tems des *Combustibles*, continuoit à travers la *Glace*. Je reviendrai à ces Phénomènes comparatifs ; ne les ayant rapportés ici, que pour donner un exemple de la différence des *Affinités* du *Feu* & de la *Lumière*.

SECTION IV.

Des Phénomènes de Chaleur *qui accompagnent la* Combustion.

180. **L**E *Feu* a donc des *Affinités* propres ; & c'est par elles qu'il entre dans la composition de la plupart des Substances des trois Classes, les *Solides*, les *Liquides*, & les *Fluides expansibles*, dont je traiterai séparément sous ce point de vue. Il entre d'abord essentiellement dans la composition de tous les Solides *combustibles* ; & c'est à lui qu'est due la *Chaleur* produite par leur *Combustion*, quand l'*Air déphlogistiqué* (toujours intéressé dans cette opération de la Nature)

ne s'y détruit pas, & se trouve simplement remplacé par de l'*Air fixe.* Alors aussi la *Chaleur* produite par les Combustibles, est moins grande, comparativement à la quantité d'*Air déphlogistiqué* employée, que lorsque celui-ci se détruit. C'est ce qu'ont montré des Expériences de MM. LAVOISIER & DE LA PLACE, sur la Combustion du *Charbon* & du *Phosphore.* Ces Expériences ont été faites dans leur Appareil à *Glace*; l'une des plus importantes applications du Phénomène que j'ai mentionné ci-dessus. Car par cette méthode, on mesure des *quantités absolues* de *Chaleur*; ce dont les méthodes précédentes étoient incapables.

181. Les Expériences dont je parle, sont rapportées dans le Mémoire de M. DE LA PLACE sur *la Chaleur*; fruit d'Expériences qu'il avoit faites avec M. LAVOISIER; & l'un des plus beaux Ouvrages de Physique qui ait paru depuis long tems. On voit dans le récit de ces Expériences; que lorsque l'*Air déphlogistiqué* s'emploie, en même quantité, dans la Combustion du *Phosphore* & du *Charbon*; se détruisant dans la première, & se trouvant seulement remplacé par de l'*Air fixe* (par transformation ou substitution) dans la dernière; la *Chaleur* produite dans le premier cas, est à

celle qui eſt produite dans le dernier, environ comme 7 à 3. L'*Air déphlogiſtiqué* ſe décompoſant dans la Combuſtion du *Phoſphore*, le *Feu* alors libéré, vient en plus grande partie de cet *Air*. Mais à l'égard du *Charbon*; à moins qu'on ne ſuppoſe avec le Dr. CRAWFORD, que la *Chaleur* produite dans la Combuſtion de cette Subſtance, ne vienne que de la différence de *Capacité* de l'*Air déphlogiſtiqué* & de l'*Air fixe*, ce qui n'eſt pas vraiſemblable (§ 166 & ſ.), il faudroit néceſſairement, que le *Feu*, manifeſté dans l'Expérience dont il s'agit, provînt du *Charbon* lui-même: car le ſeul *Feu* étranger qui y participa, fut celui, que l'extrémité rougie d'un fil de fer communiqua à une très-petite quantité de Phoſphore, qui alluma un petit morceau d'Amadou, & celui-ci le *Charbon*.

182. Lorſque l'*Air déphlogiſtiqué* ſe détruit par la Combuſtion; la Subſtance combuſtible produit premièrement de l'*Air inflammable*, à la formation duquel s'emploie le *Feu* qu'elle contient. Mais l'*Air déphlogiſtiqué* ne ſe détruit pas toujours; & il paroît qu'alors ſa fonction eſt ſeulement, de recevoir la Subſtance ſenſiblement peſante qui entre dans la compoſition de l'*Air inflammable*; par où le *Feu* ſe dégage, ſans former ce dernier *Air*. Alors, dis-je, au lieu

de l'*Air déphlogistiqué*, on trouve de l'*Air fixe.* Et en général, c'est ce qui arrive au premier de ces Airs, lorsque, par des combinaisons encore fort obscures, une Substance appartenant à l'*Air inflammable*, & nommée le *Phlogistique*, s'unit à lui sans le détruire. C'est du moins ce qui semble résulter de nombre d'Expériences de M. KIRWAN, de qui la Chymie a déjà tant reçu, & dont elle a encore beaucoup à attendre sur ce sujet même, dont il est fort occupé.

183. La formation de l'*Air inflammable* dans une Substance combustible, ne suffit pas pour produire la Combustion; il faut de plus, que lorsque cet *Air* arrive en contact avec l'*Air déphlogistiqué*, il ait un certain degré de *Chaleur*, qui me paroît déterminé, par une Expérience que j'ai rapportée dans mon Ouvrage sur les *Mod. de l'Atm.* (§ 417, *g*), où de l'Huile d'olive, arrivée à une grande ébullition, *s'enflamma* sans communication extérieure de *Feu.* Un Thermomètre à Mercure, dont j'ai indiqué les conditions dans le susdit Ouvrage (§ 457, *y* & *s*), plongé dans cette Huile, s'y tenoit alors à 275° de mon Échelle, ou à environ 650° de *Fahrenheit.* Tant que l'Huile conserva ce degré de *Chaleur*, elle resta couverte de *Flamme*, quoique retirée de dessus le feu. Je l'éteignis, par un moyen qui fit trembler quelqu'un qui se trou-

voit préſent. La quantité de l'Huile étoit aſſez grande ; la *Flamme* gagnoit déjà le Plancher, par l'Huile qui s'exttavaſoit : on vouloit y jetter de l'Eau, ſans ſonger aux effets des violentes exploſions qui en auroient été là conſéquence, comme je l'avois éprouvé par accident ; j'y jettai de l'Huile : le Thermomètre baiſſa dans le Vaſe, & la *Flamme* s'éteignit par-tout où j'en verſai.

184. L'*Ébullition* de l'*Huile* a quelque choſe de particulier, qui mériteroit qu'on l'étudiât, en recueillant les *Fluides expanſibles* qui ſortent ſucceſſivement de ſes Bulles. Cette *Ébullition* ne produit pas un degré fixe de *Chaleur*, comme celle de l'*Eau*. Mon Huile commença de bouillir à 240°, & en acquit encore 35 en continuant de bouillir. Il y a donc apparence qu'elle changeoit de nature en bouillant, & qu'ainſi le *Fluide expanſible* qui s'échappoit, exigeoit toujours plus de *Chaleur* pour ſe former. A quelque période de cette gradation d'effets, l'Huile produit de l'*Air inflammable* ; ou du moins le produit aſſez pur, pour qu'on puiſſe l'enflammer, quoiqu'il ſoit encore aſſez loin du degré de *Chaleur* où il s'enflamme ſpontanément.

185. Il me paroît donc qu'on peut conclure de l'Expérience ci-deſſus ; qu'il faut que l'*Air*

inflammable ſoit arrivé à la *Chaleur* exprimée par le 275e *degré* de mon Echelle, pour qu'il ſe décompoſe avec l'*Air déphlogiſtiqué* qu'il rencontre. Et alors la production du *Feu* eſt très-grande; car ce fut en ce moment, que la violence de l'Ébullition fit extravaſer mon Huile. Pour déſigner ce degré de *Chaleur* dans les remarques que je ferai à ſon ſujet, je le nommerai *Chaleur brûlante.*

186. Il y auroit auſſi quelques Expériences à faire, relativement à ce degré de *Chaleur*, en l'obſervant dans tous les cas d'*Inflammation ſpontanée.* Il en eſt d'abord un fort ſimple, qui a lieu au haut des Cheminées des Fourneaux de Fonte des Mines; quand l'*Air inflammable*, ſoit pur, ſoit mêlé d'*Air fixe*, mais tranſparent, y *charbonne* le Bois, ſans lui faire produire de la *Flamme*; quoique lui-même en produiſe à la rencontre de l'Air extérieur. Il ſeroit donc intéreſſant de ſavoir, quel eſt le degré de *Chaleur* de cet *Air* qui ſort de la Cheminée. On pourroit auſſi peut-être renfermer de l'*Air inflammable* bien pur, dans un Matras à bec recourbé vers le bas & tiré en pointe; placer ce Matras dans un Bain de ſable qui le couvrît en entier, à l'exception du bec; puis échauffer le *Bain*, juſqu'à ce qu'on vît paroître de la Flamme

au bec, par la ſortie de l'*Air inflammable* dilaté ; & obſerver alors la *Chaleur* du bain. On pourroit encore, par quelque moyen qu'il ne ſeroit peut-être pas difficile d'imaginer, chercher à découvrir, quelle eſt la *Chaleur* acquiſe par la *Houille* (ou *Charbon de terre*), lorſqu'en la briſant ſimplement tandis qu'elle ſe conſume d'un côté ſans produire de Flamme, elle s'*enflamme* ſpontanément. Enfin, on pourroit obſerver le degré de *Chaleur* des diverſes Subſtances que la fermentation *enflamme*. Et dans tous ces cas, il faudroit chercher à connoître en même tems, les changemens qui arrivent dans l'*Air atmoſphérique* intéreſſé à l'*Inflammation*.

187. N'ayant rien de certain ſur tous ces objets, je ne puis raiſonner que par conjecture ; & c'eſt ainſi avec la défiance naturelle en pareil cas, que j'expoſerai les idées ſuivantes. Il me paroît donc, qu'une plus grande *Chaleur* entretenue dans les Combuſtibles qui *brûlent*, eſt une des plus puiſſantes Cauſes de production de nouvelle *Chaleur*; parce qu'il en réſulte la deſtruction de l'*Air déphlogiſtiqué*, au lieu d'une ſimple converſion de cet *Air* en *Air fixe*. Je vais rapporter les Faits ſur leſquels je fonde cette opinion.

188. Je tiens du Dr. LIND le premier de ces Faits. On connoiſſoit l'habileté des Chinois dans la Pyrotechnie ; mais on ignoroit, ce me ſemble, toute l'habileté qu'ils exercent dans la *Combuſtion* ordinaire, pour tirer un plus grand parti des Combuſtibles. Le Dr. LIND, qui, dans un Voyage en Chine, y a obſervé les Arts des Chinois avec des yeux très-éclairés, a donné une attention particulière à celui-là. C'eſt le même que nous employons dans nos Forges pour y augmenter la *Chaleur*; mais nous le faiſons plutôt, dans le deſſein d'en produire beaucoup *à la fois*, que d'en avoir beaucoup *en totalité*; & nous ne l'étendons pas comme les Chinois, à l'économie journalière, pour produire le plus de *Chaleur* poſſible, avec la même quantité de combuſtibles. Apparemment qu'ils y ont été conduits, parce que les Subſtances combuſtibles ſont moins abondantes dans leurs contrées que dans les nôtres. Souvent ils n'emploient que de la Paille, là où nous employons le Bois ou le Charbon. Mais ils prennent d'abord le plus grand ſoin, pour réunir toute la *Chaleur* produite ſur les Subſtances qui doivent être échauffées, & pour l'y conſerver. Puis ils *ſoufflent* ſans ceſſe les Combuſtibles tant qu'ils brûlent : ſachant, diſent-ils, que plus leur flamme eſt

vive, plus la Chaleur *totale* qu'ils produiſent eſt grande ; c'eſt-à-dire, qu'ils en produiſent beaucoup moins, quand ils brûlent lentement, que lorſqu'ils ſont promptement conſumés. N'eſt-ce donc pas, que dans leur méthode, le degré de *Chaleur* auquel arrive le Combuſtible, lui fait produire de l'*Air inflammable* à la *Chaleur brûlante* ; par où, en ſe décompoſant lui-même, il décompoſe l'*Air déphlogiſtiqué ?*

189. Un ſecond Fait qui conduit à la même conſéquence, eſt la *Lampe* de M. ARGAND. La vive Flamme que produit cette Lampe, ſans Fumée, paroît être le double ſigne de la converſion totale de l'Huile en *Air inflammable*, & de la deſtruction de cet *Air*, avec l'*Air déphlogiſtiqué* qu'il rencontre dans l'Air atmoſphérique. La première de ces opérations ſe voit à l'œil quand la *Lampe* eſt en bien bon ordre ; car en mettant l'œil à niveau de la mèche circulaire, on voit, entr'elle & la Flamme, un eſpace très-ſenſible, parfaitement tranſparent : les objets ſe diſtinguent au-delà, bien mieux qu'au travers d'un tube de verre. Cet intervalle n'eſt donc occupé que par de l'*Air inflammable* parfaitement pur, qui s'élève avec aſſez de rapidité pour ſe conſerver cet eſpace à lui ſeul. Mais dès qu'il rencontre l'*Air déphlogiſtiqué*, qui s'é-

lève en dedans & en dehors de la Mèche & converge à une petite distance, ils se décomposent l'un & l'autre; ce qui produit la belle Flamme dont le courant circulaire d'*Air inflammable* est couronné.

190. Je soupçonnai cet effet à un symptôme qui le caractérise. Je remarquois constamment, en allumant ma Lampe & lui appliquant sa Cheminée de Verre, que celle-ci étoit ternie par la condensation d'une *Vapeur aqueuse*, qui se dissipoit dès que le Verre étoit chaud. Je pensai donc, que cette Lampe ne convertissoit pas l'*Air déphlogistiqué en Air fixé*, mais le décomposoit. J'en parlai à M. ARGAND, que je trouvai de la même opinion; & je le priai de vérifier cette conjecture, en essayant de recueillir de l'*Eau* au-dessus de sa Lampe, comme on peut le faire en brûlant de l'*Air inflammable*.

191. M. ARGAND a exécuté cette distillation, en plaçant simplement, à une petite hauteur au-dessus de la Flamme d'une de ses Lampes, une Tête d'Alembic dont le bec, prolongé par un long tube de verre, recevoit les *Vapeurs* & les condensoit. Malgré le désavantage de ce moyen, employé à cause de sa simplicité, mais qui permettoit à une grande

partie des *Vapeurs* produites de s'échapper latéralement entre la Flamme & le chapiteau; il a obtenu dans une de ses Expériences, demi-once d'*Eau* parfaitement pure, tombée goutte à goutte dans l'espace de deux heures. Voilà donc la preuve que l'*Air déphlogistiqué* se décomposoit. Je ne m'étends pas ici sur ce symptôme, bien connu aujourd'hui, & auquel je reviendrai ailleurs.

192. Les divers Effets produits par cette *Lampe* étant des conséquences de la décomposition des deux *Airs*, il est de mon sujet de les détailler ici. Mais un second motif m'y engage, je le ferai par justice, & par l'intérêt que je prends à M. ARGAND mon Compatriote, que j'ai vu dès sa jeunesse, se vouer par penchant aux recherches physiques; qui les a suivies avec assiduité, génie & honneur, depuis que leur application à des usages utiles est devenue sa Vocation principale; & qui, dans ce moment, est exposé peut-être à ne recevoir, pour compensation du tems & de l'argent qu'il a employé dans ce Pays-ci en venant y établir la Manufacture de ses *Lampes*, que le Sentiment de lui avoir rendu un grand service & le Suffrage des gens éclairés.

193. Trois avantages de cette *Lampe* la distinguent si évidemment, que toutes les personnes qui la virent lorsque M. ARGAND l'apporta dans ce Pays-ci en Novembre 1783 (avant qu'elle eût été imitée nulle part) en furent frappées, & l'engagèrent à prendre une *Patente.* Ce sont les mêmes avantages qui ont bandé tous les ressorts de l'Intérêt, pour enlever à l'Inventeur, le Privilége de fabriquer seul ses *Lampes* pendant 14 ans: tems bien court, quand on considère ce qu'il en coûte à tous ceux qui fondent une Mauufacture; & qui doit d'autant plus être conservé à l'Inventeur, qu'il se l'assure à prix d'Argent. Ces avantages si palpables, sont; une grande Clarté, la libération de la Fumée, & l'économie de l'Huile comparativement à la Clarté produite. Mais il en est un quatrième non moins précieux, & que je vais expliquer.

194. Il a été prouvé par divers Physiciens, & principalement par M. LAVOISIER; que lorsqu'une Chandelle brûle dans l'*Air commun*, la portion de cet *Air* qu'on nomme *déphlogistiqué*, la seule qui soit propre à entretenir la Flamme & la Vie animale, se trouve remplacée par de l'*Air fixe*, impropre à ces deux fonctions: il faut donc pour l'une & l'autre, que l'*Air* se renouvelle. Les sages Loix établies dans la Nature y pour-

voient

voient dans les cas communs : l'air dilaté par la *Chaleur*, s'élève, & se trouve aussi-tôt remplacé ; ce qui produit l'accès constant de nouvel *Air* autour des Combustibles qui brûlent.

195. Pour donnes d'autant plus de pouvoir à cette opération naturelle, nous élevons au-dessus de nos Foyers, une *Cheminée* dans laquelle l'Air échauffé s'étend en hauteur ; ce qui rompt d'autant plus l'équilibre, entre la Colonne où les Combustibles brûlent, & ses voisines ; par où de nouvel *Air* leur arrive plus rapidement. Tel est donc aussi le Principe d'après lequel M. ARGAND a mis une *Cheminée* de Verre à sa Lampe : & il en résulte d'abord le double effet, de procurer un Courant d'*Air* autour de la Flamme, & de rendre plus rapide celui qu'il a établi dans l'intérieur de sa Mèche circulaire. Mais de là naît encore immédiatement, la destruction de l'*Air déphlogistique*, au lieu de sa conversion en *Air fixe* ; ce qui augmente beaucoup la rapidité des deux Courans d'air, & par conséquent les Effets qui en résultent.

196. La langueur des *Luminaires* communs en comparaison de la *Lampe* de M. ARGAND, vient de la conversion de l'*Air déphlogistiqué* en *Air fixe* par les premiers. Car d'abord, il en

résulte moins de *Feu*, comme je l'ai dit ci-dessus; & outre cela, il y a moins de rapidité dans le renouvellement de l'*Air*. L'*Air fixe* est d'une pesanteur spécifique sensiblement plus grande que l'*Air commun*. M. LAVOISIER a trouvé, que leur rapport étoit environ comme 70 à 47. Ainsi, quoique l'Air qui passe alors auprès de la Flamme, soit dilaté par la *Chaleur*, il ne s'élève que lentement. Mais quand de l'*Air inflammable* pur est produit; quand, par sa décomposition avec l'*Air déphlogistiqué*, une *Vapeur aqueuse* très-chaude leur est substituée; le débandement de cette *Vapeur*, qui fait *explosion* lorsqu'elle se forme tout à la fois par une certaine masse de ces *Airs*, produit ici l'ascension constamment rapide de l'Air auquel elle se mêle; & l'Air se renouvelle autour de la Flamme à proportion de cette rapidité.

197. Voici donc la marche générale des Effets dans cette *Lampe*. Une grande *Chaleur*, tour-à-tour Effet & Cause, produit d'abord la conversion presque entière de l'Huile en *Air inflammable* à la Température que j'ai nommée *Chaleur brûlante*. Cet *Air*, arrivant au contact de l'*Air déphlogistiqué*, se transforme avec lui en une *Vapeur aqueuse* surchargée de *Feu libre*. La *Flamme* est cette *Vapeur* elle-même, la

grande *Chaleur* qu'elle produit, vient d'une grande quantité de *Feu* soudainement libéré; & sa *Clarté* brillante, de la décomposition d'autant plus abondante & plus complette d'une portion de ce *Feu*, qu'il est plus dense. La *Vapeur aqueuse*, après avoir lâché son *Feu* au lieu qu'indique la *Flamme*, se mêle à l'Air supérieur. & s'élève rapidement avec lui; par où l'*Air* inférieur lui succède avec la même rapidité autour de la *Flamme*, & renouvelle ainsi les mêmes effets.

198. Jusques ici, je n'ai énoncé, que la marche d'où résulte la grande *illumination* produite par cette Lampe; mais ce n'étoit pas la seule chose à desirer à l'égard des *Luminaires*. La pesanteur spécifique de l'*Air fixe* que forment ceux qu'on employoit jusqu'ici, en contribuant de plus en plus à leur langueur, dans les Appartemens où une Compagnie nombreuse devoit être bien éclairée, y rendoit l'*Air* mal-sain. Mais dans ceux qui seront éclairés par ces *Lampes*, l'*Air* vicié, gagnant sans cesse le Plafond, s'échappera par les ouvertures supérieures & sera remplacé par de nouvel *Air*, entrant par les ouvertures inférieures: par où les Assistans, tout comme les *Lampes* qui les éclaireront, recevront sans cesse de nouvel *Air*. On pourra même favoriser cet effet, pour les grandes

Assemblées, les Hôpitaux, les Vaisseaux, les Prisons, en ouvrant à l'Air des passages convenablement distribués; & avoir ainsi, par la Cause même qui contribuoit à vicier l'*Air*, un des plus excellens *Ventilateurs*. Il est donc évident dès à présent pour les personnes instruites, & il le sera sans doute enfin pour le Public, que M. ARGAND, par l'invention de cette *Lampe*, a rendu un très-grand service à la Société (*).

(*) Quelques personnes, sans doute du nombre de celles qui ont voulu jouir de cette Manufacture naissante, sans y avoir dépensé ni tems ni argent ni génie, ont répandu, que M. ARGAND n'étoit pas l'Inventeur de la *Lampe* qu'il a apportée dans ce Pays-ci. Je me crois donc obligé de déclarer comme Témoin (ce qu'une grande Audience peut certifier comme moi); qu'il a été mis au-dessus de tout doute, par-devant la Cour de Justice qui a décidé jusqu'ici sur la *Patente* de M. ARGAND, qu'il est l'Inventeur de cette *Lampe*. Ne seroit-il donc pas naturel au moins, que les *Lampes* vendues pour le compte de MM. ARGAND, BOULTON & PARKER, trois hommes de génie, dont les deux derniers étoient déjà fort connus dans ce Pays-ci, obtinssent une préférence exprimée, de la part de ceux qui aiment à récompenser le Mérite: indépendamment de celle qu'on accorde naturellement aux Inventeurs, dans l'exécution de leurs propres Inventions, quand la perfection des Effets, résulte de Causes inconnues aux Imitateurs? Ceux de M. ARGAND ont montré d'une manière bien frappante, qu'ils n'entendoient pas ce qu'ils imitoient; puisqu'en

199. Je viens à un autre ſymptôme de l'effet produit ſur les *Combuſtibles*, par la durée de la *Chaleur brûlante* dans les parties qui ſe conſument; effet qui, d'après ce que je viens d'expoſer, me paroît être: la production continuée d'un *Air inflammable* accompagné de ce dégré de *Chaleur*, & la décompoſition qui en réſulte, de cet *Air*, avec l'*Air déphlogiſtiqué* qui vient en contact. Un ſigne certain de cette opération, eſt la production de la *Vapeur aqueuſe*; & c'eſt celui qui accompagne la Combuſtion d'*Air inflammable*, produit & conſervé ſéparément, lorſqu'on l'*allume* à l'extrémité d'un petit tuyau dans lequel on le force à paſſer; ce qui produit une ſorte de Lampe.

200. On a obſervé depuis peu, un Phénomène aſſez ſingulier de ces Lampes à *Air inflammable*, qui fournit à l'Ouie, le moyen d'appercevoir la ſucceſſion des Effets dont j'ai parlé ci-deſſus. Si l'on place le bec d'une de ces Lampes dans l'intérieur d'une Cloche de Verre

---

plaidant contre ſa Patente, ſous prétexte que l'invention n'étoit pas nouvelle; ils en ont donné pour toute preuve, l'aſſertion étonnamment abſurde, que cette *Lampe* n'étoit que celle de CARDAN.

longue & étroite, on entend un *Son* très-distinct. Ce *Son* n'est pas (ou n'est du moins qu'accidentellement) au *Ton* de la Cloche frappée; il est de la nature de celui que rend un Tuyau d'Orgue, & on le modifie de la même manière. C'est donc une *Vibration* dans l'*Air* même; & elle est produite, par une rapide succession des alternatives, de formation de *Vapeurs* pures très-dilatées, & de leur destruction subite comme telles; mais suivie bientôt d'une nouvelle évaporation, qui les mêle à l'*Air*.

201. Je pourrois rapporter ici plusieurs exemples de *Sons* produits par des *Vapeurs*; mais je me bornerai à celui du *Sifflement* qui précède l'Ebullition de l'Eau. C'est un joli spectacle que celui de la cause de ce bruit, dans de l'Eau bien pure, placée sur un réchaud, dans un Vase ouvert bien poli à l'intérieur. Ce bruit est produit par des files de Bulles de Vapeur, qui s'élèvent du fond du Vase en chapelets décroissans, & qui se terminent dans l'intérieur de l'Eau. Ce sont leur formation & destruction alternatives qui produisent ce petit bruit, par les chocs de l'*Eau* contre elle-même dans les petits *Vuides* laissés par les *Vapeurs* détruites. Ces Files sont d'abord courtes, fort minces & fort serrées, & les *Sons* sont alors fort aigus: peu-

à-peu elles grossissent & s'allongent, & les *Sons* deviennent plus graves : quand elles arrivent jusqu'à la surface de l'Eau sans diminution de Volume; le bruit change de nature, & l'Eau bout. C'est-là un exemple très-analogue aux *Sons* de la Lampe à l'*Air inflammable.*

202. J'ai été obligé d'anticiper sur les effets des *Affinités* du *Feu* qui produisent les *Fluides expansibles*; parce que sans cela je n'aurois pu analyser les Phénomènes de *Chaleur* qui résultent de la Combustion, tant des Solides que des Liquides; & montrer ainsi, la portion du Feu produit qui doit nécessairement provenir de ces Substances. Mais je reviendrai aux *Fluides expansibles*, pour les considérer plus particulièrement sous ce même point de vue, après avoir indiqué la part qu'a le *Feu* à l'existence des Liquides.

SECTION V.

Des Phénomènes de Chaleur *relatifs à la* Liquéfaction.

203. J'AI dejà dit ci-devant en quoi la *Liquidité* me paroît consister : c'est dans le peu d'adhérence des Particules d'une Substance à leur con-

tact, quoiqu'elles aient entr'elles une tendance à quelque distance. De la première de ces Propriétés, résulte leur Faculté de se mettre toujours de Niveau au lieu le plus bas qu'elles peuvent atteindre; obéissant ainsi sans résistance aux Loix de la Pesanteur : & de la dernière, la tendance à s'arranger sphériquement quand elles sont libres.

204. Je ne connois aucune Substance simple, qui soit *liquide* par elle-même; il me paroît, veux-je dire, que les Particules de toute Substance *liquide*, doivent cette Propriété distinctive à leur composition. Pour qu'un *Solide* devienne *Liquide*, il faut que ses Particules cessent d'être fortement unies au contact comme elles l'étoient auparavant; & qu'au lieu de l'*indifférence* qu'elles montroient néanmoins entr'elles dès qu'elles étoient à la plus petite distance sensible, elles acquièrent une tendance à quelque distance; & ce changement s'opère toujours, par quelque nouvelle combinaison chymique de ces Particules avec quelque autre Substance.

205. La plus générale & peut-être la seule combinaison qui produise ce changement dans les Tendances des Particules des Solides, est l'union d'une certaine quantité de *Feu* avec

leurs Particules. C'eſt, dis-je, au moins la plus générale ; car elle concerne toutes les *Liquéfactions* qui n'ont pour cauſe que l'augmentation de la *Chaleur*. Elle a donc lieu d'abord, dans tous les Liquides huileux réſineux & minéraux, qui ſe forment à divers degrés de *Chaleur*, par la *Fuſion* de Subſtances auparavant ſolides. Mais ſur-tout elle a lieu dans le plus univerſellement répandu des Liquides, & qui de plus entre comme Baſe dans un ſi grand nombre de Subſtances de cette Claſſe ; en un mot dans l'*Eau*. Je parlerai d'abord de cette Cauſe de *Liquidité* ; & comme toutes les *Liquéfactions* qui en réſultent, ſont de même nature que celle qui forme l'*Eau*, je me bornerai à celle-ci.

206. J'ai déjà indiqué ci-devant (§ 179), un Phénomène fondamental dans cette Claſſe, ſavoir la fuſion auprès du feu, d'une maſſe de *Glace* environnant la Boule d'un Thermomètre, lequel demeura fixe tandis que la *liquéfaction* s'opéra. Ce Phénomène prouve donc directement ; que le *Feu* qui entre dans la *Glace* diſpoſée à fondre, n'y produit aucune augmentation de *Chaleur*, & que ſon ſeul effet eſt la transformation d'un Solide (la *Glace*) en un Liquide (l'*Eau*). Je vais montrer maintenant, l'exiſtence de la même Cauſe, par le Phénomène inverſe immédiat,

ſavoir; la libération du *Feu* qui produiſoit la *Liquidité* dans l'*Eau*, lorſque celle-ci reprend la forme de *Glace*.

207. Si l'on purge d'Air une petite quantité d'*Eau*, dans un Matras où l'on ait inſéré un Thermomètre; cette *Eau* pourra ſe refroidir beaucoup au-deſſous du point de la Congellation ordinaire, ſans *geler*. J'ai expoſé de l'*Eau* dans cet état, à une Température naturelle de l'air qui la tint pluſieurs jours aux environs de — 8° de mon Échelle, ce qui correſpond au 14me degré de *Farenheit*; & elle reſta liquide. Le contact d'un petit morceau de Glace fait geler ſubitement une partie de l'*Eau* ainſi refroidie; mais bientôt, le *Feu* libéré par les parties gelées, réchauffe le reſte de l'*Eau*, & ramène le tout à la Température où l'*Eau* gèle ordinairement: la maſſe demeure à cette Température juſqu'à ce qu'elle ſoit toute convertie en *Glace*; après quoi elle ſe conforme à la Température extérieure.

208. M. De la Place, dans le Mémoire ſur la *Chaleur* dont j'ai déjà parlé, expliquant de la même manière la lenteur de la Congellation ordinaire de l'*Eau*, remarque: qu'il faudroit qu'une maſſe d'*Eau*, à la Température de

la Glace fondante, pût, à partir de ce point, perdre sans *geler*, une quantité de *Chaleur* égale à celle qu'elle absorbe en se formant de la *Glace*, pour *geler* en entier tout-à-coup; & qu'après être gelée, elle se retrouveroit à la Température de la Glace fondante.

209. Ce Phénomène de la *Chaleur*, pour ainsi dire ressuscitée, dans une masse d'*Eau* qui a été refroidie au-delà du point de la *Congellation*, est inversement analogue à celui que j'ai rapporté ci-devant (§ 17), où de l'*Eau* qui, sans bouillir, avoit dépassé de $9^{o}.\frac{4}{5}$ de mon Échelle le degré de chaleur de l'Eau bouillante, y revint dès qu'elle commença de bouillir; les causes de ces rétrogradations opposées étant celles qui produisent la fixité de la *Chaleur* de l'*Eau bouillante* & de celle de la *Glace fondante*.

210. Le Dr. BLACK est le premier, qui ait tenté de déterminer la *Chaleur* qu'absorbe la *Glace* en se *liquéfiant*. Il y est parvenu d'abord, en observant d'une manière très-ingénieuse, la quantité de *Chaleur* qui étoit communiquée à une masse de *Glace*, durant sa fusion par la seule Température du lieu: & inversement par la quantité de *Chaleur* qu'elle enlevoit à de l'*Eau*

chaude, en mêlant des Masses connues, de *Glace* à une Température déterminée, & d'*Eau* échauffée à un degré connu; observant la Température du Mêlange lorsque la *Glace* étoit entièrement fondue, & tenant compte des effets produits par des Causes étrangères : voici la conclusion générale qu'il a tirée de ces Expériences. Une Masse de *Glace* disposée à fondre, enlève une Masse égale d'*Eau*, 140° de *Chaleur* mesurés par le Thermomètre de *Fahrenheit*, sans qu'elle change de Température, & simplement en se changeant en *Eau*. Si par exemple, on prend une Masse de *Glace* à la Température 32° de ce Thermomètre, & qu'on la mêle à une Masse égale d'*Eau* à 172°; lorsque la *Glace* sera fondue, on aura la Masse totale en *Eau* à 32°. C'est cette quantité de 140°, correspondante à 62°.$\frac{2}{9}$ de mon Échelle, que le Dr. BLACK a nommée *Chaleur latente* de l'*Eau*.

211. M. WATT, qui connoissoit les Expériences du Dr. BLACK son ami, a eu la bonté de les répéter en ma présence. Nous employâmes de la *Neige* à une Température observée, qui étoit un peu inférieure à celle de la *Glace fondante*; parce que si la Glace pilée, ou la Neige, sont en état de fusion, elles sont toujours mêlées d'une certaine quantité d'*Eau*, qui

fait poids, ſans contribuer à la perte de *Chaleur.* Avec cette attention, le réſultat moyen de nos Expériences, ne différa pas ſenſiblement de celui que le Dr. BLACK avoit trouvé par les ſiennes.

212. MM. LAVOISIER & DE LA PLACE ont répété cette Expérience, & n'ont trouvé que 60°, au lieu de 62½, pour la quantité de *Chaleur* qui diſparoît à la formation de l'*Eau.* S'ils ont employé leur Appareil à Glace, cette différence peut provenir, de ce que la Glace pilée, qui abſorboit la *Chaleur*, ſe trouvoit moins mêlée d'Eau après l'Expérience qu'à ſon commencement. Car, comme je l'ai dit ci-deſſus, une petite quantité d'*Eau* déjà produite, contient déjà une petite quantité de *Chaleur latente*, qui eſt en diminution de la quantité trouvée.

213. L'*Eau* eſt le plus grand des Phénomènes de *Liquidité*; & d'après les Expériences ſeules que je viens de rapporter, je ne balancerois point à l'attribuer à une union chymique du *Feu* à la *Glace*, quand je n'aurois pas d'autres Phénomènes pour appuyer cette opinion. La ſeule Hypothèſe qu'on puiſſe lui oppoſer ici, eſt ce me ſemble; qu'une augmentation de *Capacité* dans la Subſtance qui ſe *liquéfie*, eſt la

Cause de la perte de *Chaleur* qui s'observe alors. Mais j'ai plusieurs objections contre cette Hypothèse, & je vais les détailler. Je ne craindrai pas d'être trop long sur cet objet; parce qu'il est nouveau en Physique, & qu'on ne l'a pas encore envisagé sous toutes ses faces.

214. La première chose à examiner dans cette Hypothèse, est; s'il y a en effet, entre l'*Eau* & la *Glace*, une différence de *Capacité* à laquelle on puisse attribuer les changemens qui arrivent à la *Chaleur* quand l'une se forme de l'autre. On a supposé cette différence d'après les indications immédiates du *Thermomètre* lorsque, de l'*Eau* échauffée, & de la *Glace* refroidie, ont modifié séparément la *Chaleur* d'une même Substance; par exemple du Mercure. Mais j'objectai d'abord là-dessus au Dr. CRAWFORD; que d'après les seules Expériences qui eussent été faites encore sur la *Marche* du *Thermomètre* comparativement à celle de la *Chaleur*, on n'étoit point autorisé à regarder les *degrés* égaux du Thermomètre, comme représentant des différences de la *Chaleur* égales entr'elles: & qu'en attendant que ce point fût bien déterminé, il paroissoit; que la différence supposée entre la *Capacité* de l'*Eau* & celle de la *Glace*, ne provenoit que du *Thermomètre*. Le rapport trouvé

entre la *Capacité* de la *Glace* & celle de l'*Eau*, eſt de 9 à 10. Or les Expériences (qui ne me ſont pas connues) d'où l'on a conclu ce rapport, ont dû être faites à des différences de Température aſſez grandes, pour que 9° du Thermomètre dans celle qui regarde la *Glace*, fuſſent égaux à 10° dans celle de l'*Eau*, quant à la quantité réelle de *Chaleur.* C'eſt ce qu'on peut conclure de la Table des Marches correſpondantes de la *Chaleur* réelle & du Thermomètre de Mercure, que j'ai donnée dans mon Ouvrage ſur les *Mod. de l'Atm.* § 422, *III.*

215. Le Dr. CRAWFORD m'a informé depuis peu; qu'ayant vérifié avec beaucoup de ſoin les Expériences qui ſervent de fondement à cette Table, il a trouvé des réſultats ſemblables aux miens pour leur nature, mais un peu différens pour la quantité; c'eſt-à-dire, que la Marche du *Thermomètre* de Mercure ne diffère pas autant de celle de la *Chaleur*, que je l'avois déterminé d'après mes Expériences. Cela ſe peut fort aiſément; car en décrivant ces Expériences, j'exprimai moi-même du doute ſur leur exactitude. Mais je ne ſuis pas moins fondé à conclure de cette première conſidération; que lorſqu'on a imaginé l'Hypothèſe, ſi grande en Phyſique, que tous les Phénomènes ſpontanées de

Chaleur procèdent de Changemens dans les *Capacités* des Subſtances, on étoit fort loin d'avoir les Données néceſſaires pour l'établir. C'eſt ce qui paroîtra toujours mieux, par d'autres conſidérations que je vais ajouter à cette première.

216. Quand on ſeroit ſûr de la Marche du *Thermomètre*, & qu'il auroit indiqué une différence ſenſible, entre les Modifications produites par la *Glace* & par l'*Eau* dans la *Chaleur* d'une troiſième Subſtance, on ne ſeroit point encore en droit d'en conclure; que cette différence procède d'une différente *Capacité* de l'*Eau* & de la *Glace*: car elle pourroit auſſi provenir d'un Changement de *Capacité* dans la troiſième Subſtance, employée néceſſairement à différentes *Températures*. C'eſt-là un Point qu'on n'a pas encore déterminé; & en l'objectant au Dr. CRAWFORD, je lui fis remarquer de plus: qu'en choiſiſſant l'*Eau* pour point commun de comparaiſon, dans les *Températures* auxquelles elle peut être employée, on avoit choiſi le Liquide le plus naturellement ſuſpect de changer de *Capacité* par les changemens de *Température*; vu ceux qui arrivent dans ſa réſiſtance à être dilaté par les mêmes quantités de *Feu*: réſiſtance à laquelle ſont probablement liés, des changemens

changemens de *Capacité* qu'on ne peut connoître que par des Expériences immédiates.

217. A ce dernier égard, je rapporterai ici un Article d'une lettre de M. le Prof. LICHTENBERG, datée de Gottingue le 21 Mars 1785, qui intéressera sûrement mes Lecteurs : voici cet Article. « Comme vous avez tant fait d'Ex« périences sur les Expansions comparatives des « Liquides par la Chaleur, avez-vous jamais « pensé à une méthode de mesurer aussi la *flui« dité ?* L'autre jour il me passa une idée par « la tête, qui dans des mains plus habiles que « les miennes pourroit conduire à quelque chose « de curieux. Je trouvai, que la même quan« tité d'Eau *chaude* donnoit un beaucoup plus « grand nombre de *gouttes* que lorsqu'elle est « *froide*; ce qui est indubitablement dû à une « plus grande *fluidité*. Cela s'apperçoit plus « encore dans l'Huile. Mais regardant la Cha« leur, si-non comme la seule, du moins comme « la principale Cause de la *fluidité*, la Question « est de savoir, si cette Chaleur, qui s'emploie « à rendre le Liquide plus fluide, ne devient « pas *latente*, ou perdue pour le Thermomètre. « Il me semble qu'on ne peut presque en dou« ter. Car une quantité de Chaleur qui est « employée à un certain Effet, ne peut s'em-

« ployer efficacement à un autre Effet. Par « où j'entends, que la Chaleur employée à pro- « duire la *fluidité*, est perdue pour le Thermo- « mètre. De sorte que je puis aisément ima- « giner un Liquide, sur lequel la Chaleur ne « produiroit d'autre effet, que celui de le ren- « dre plus *fluide*, sans qu'il montrât aucune « augmentation de Chaleur. Vous avez mon- « tré vous-même la différence remarquable en- « tre les Expansions comparatives du Mercure « & de l'Eau; & si jamais un raisonnement « d'après les Causes finales m'a frappé d'admi- « ration, c'est le vôtre, en montrant (*Histoire « de la Terre*, &c.) quel bouleversement arri- « veroit dans la Nature organique, si l'*Eau* « venoit à se dilater, comme le Mercure, pro- « portionnellement à la Chaleur ».

218. M. DE LA PLACE, dans son Mémoire sur la *Chaleur*, avoit exprimé la même idée à l'égard d'une nouvelle espèce de *Chaleur latente* produite par la dilatation des Corps qui reçoivent de la Chaleur; voici ses termes. « Puisque la *di- « latation*, la *fusion* & la *vaporisation* sont autant « d'effets de la Chaleur, on peut présumer avec « beaucoup de vraisemblance que dans la pro- « duction du premier de ces effets, comme dans « celle des autres, il y a une quantité de *Cha-*

« *leur* qui s'abſorbe, & qui par conſéquent « ceſſe d'être ſenſible au Thermomètre : mais « le paſſage d'un Corps à ſes divers états de « dilatation ſe faiſant par des nuances inſen- « ſibles, on ne peut connoître les quantités de « Chaleur ainſi abſorbées, que par les accroiſſe- « mens de ſa *Chaleur ſpécifique* (ou *Capacité*). « Il eſt donc très-probable, que les Chaleurs « ſpécifiques des Corps augmentent avec leur « Température, mais ſuivant des Loix diffé- « rentes pour chacun d'eux, & dépendantes de « leurs conſtitutions particulières : ce qui eſt « une nouvelle raiſon de rejetter le principe, « qui ſuppoſe les quantités abſolues de Chaleur « proportionnelles aux Chaleurs ſpécifiques ».

219. On voit donc que deux Phyſiciens très-diſtingués, ont confirmé l'idée d'après laquelle je fis d'entrée au Dr. CRAWFORD cette objection, que les *Capacités* ſpécifiques des Subſtances, concluſes d'Expériences comparatives avec une même Subſtance qui n'étoit pas toujours à une même Température, n'étoient point certaines; parce-que cette Subſtance pouvoit changer de *Capacité* en changeant de Température : à quoi ſe rapportent les remarques analogues de MM. DE LA PLACE & LICHTENBERG. Quant aux idées particulières qu'ils ajoutent

l'un & l'autre à celle-là, voici quelle eſt mon opinion.

220. D'abord, quant à ce Phénomène obſervé par M. LICHTENBERG, d'une plus grande fréquence des *Gouttes*, dans un Liquide qui coule d'un même Vaſe par un même trou, quand il eſt plus *chaud*; je le regarde comme une nouvelle preuve de la tendance mutuelle des Particules des Liquides entr'elles à quelque diſtance, que j'ai donnée comme un des Caractères diſtinctifs de la Liquidité. Ce Caractère ſe manifeſte d'abord, par l'un des Phénomènes des Liquides auquel il ſert d'explication; ſavoir, la forme arrondie qu'affectent leurs petites maſſes, telles que des *Gouttes*. Je l'ai montré enſuite (§ 9) dans la Marche du Thermomètre d'Eau, en faiſant obſerver; que plus les Particules de l'*Eau* étoient déjà diſtantes, moins elles oppoſoient de réſiſtance à être de nouveau écartées; ce qui eſt un Caractère diſtinctif des Tendances *à diſtance:* & c'eſt auſſi par-là, que le Phénomène découvert par M. LICHTENBERG confirme mon opinion. La formation des *Gouttes*, vient de cette Tendance des Particules du Liquide à reſter unies entr'elles. Plus cette Tendance eſt forte, plus les *Gouttes* groſſiſſent, parce qu'elles réſiſtent da-

vantage à la *Pesanteur*, qui s'oppose à leur formation. Toute Cause qui affoiblit cette Tendance, doit donc accélérer la chûte des *Gouttes*; & c'est ce que produit l'augmentation de la *Chaleur*, qui augmente la distance des Particules entr'elles. J'aurois imaginé diverses Expériences à faire par cette méthode, si M. LICHTENBERG ne m'avoit prévenu dans la même Lettre; que l'adhérence des *Gouttes* au Vase, y produisoit de telles irrégularités que, quoiqu'on y vît clairement le Phénomène général, on ne pouvoit déterminer les Marches distinctives de divers Liquides.

221. Quant à l'idée, commune à MM. LICHTENBERG & DE LA PLACE, que la *Chaleur* qui s'emploie; soit pour augmenter la *Fluidité*, suivant le premier; soit pour produire simplement la *dilatation*, suivant le dernier; doit se trouver *latente*, de même que celle qui produit la *Liquéfaction:* comme les Mots *Chaleur* & *Chaleur latente* sont encore trop équivoques, pour qu'on puisse compter sur un Langage commun; je me contenterai d'exposer mes propres idées sur les Phénomènes comparés ici, en y employant le Langage auquel j'espère que mes Lecteurs sont maintenant accoutumés.

222. La *Liquéfaction*, eſt un Phénomène abſolument diſtinct d'une plus ou moins grande *Dilatation* du *Liquide* formé, dont les degrés produiſent ſeulement une plus ou moins grande Tendance de ſes Particules entr'elles. La première eſt un vrai *changement d'état* dans la Subſtance : les degrés de l'autre, ne ſont que des modifications d'un *même état*. Or le *Feu*, cauſe immédiate de ces deux Phénomènes diſtincts, y éprouve lui-même des Modifications très-diſtinctes. Et pour parler d'abord de la *Liquéfaction* ; il la produit, en s'uniſſant aux Particules du Solide : & par-là, immédiatement, il ſe fait une perte de *Chaleur* ; parce qu'il s'emploie moins de *Feu* à la produire dans la Subſtance. C'eſt le Dr. BLACK qui a imaginé l'expreſſion *Chaleur latente* ; & c'eſt en décrivant le Phénomène de la *Liquéfaction*, qu'il l'a employée : ainſi on y voit à quoi elle s'applique. Mais pour prévenir toute équivoque, j'ai nommé *Feu latent*, la même choſe exprimée par *Chaleur latente* dans ce premier Phénomène ; auquel les différens degrés de *Dilatation* du Liquide formé, n'ont plus aucun rapport.

223. L'augmentation de la quantité de *Feu* dans un Corps quelconque, y produit une augmentation de *Chaleur*, ſuivie de *Dilatation*.

C'eſt donc à la *Chaleur* elle-même, comme exiſtante, comme ſenſible au Thermomètre (qui en eſt la meſure), qu'eſt due la *Dilatation*, ſans qu'aucun *Feu* devienne *latent*. La *Chaleur*, dans le ſens où j'ai toujours employé ce Mot, n'eſt autre choſe, que le *Degré actuel de Force expanſive du Feu*. C'eſt par l'augmentation de ce *Degré*, que le Corps éprouve une plus grande *Dilatation*. Aucune portion du *Feu* ne devient donc *latente*, ou inactive dans la marche des *Dilatations*; puiſque c'eſt à ſon *activité* qu'elles ſont dues.

224. Mais j'ai expliqué ci-devant (§ 163), comment une même quantité de *Feu*, toujours *active*, toujours perceptible par la *Chaleur*, pouvoit exercer plus ou moins de Force expanſive en diverſes Subſtances, ou y produire plus ou moins de *Chaleur*. C'eſt en cela que j'ai fait conſiſter les différences de *Capacité* des Subſtances; & j'en ai aſſigné la Cauſe, à différentes natures de leurs *Pores*. Quand une Subſtance ſe *dilate* par la *Chaleur*, il y a ſans doute une augmentation, déterminée par la *Dilatation* même, dans la ſomme des Pores; mais il n'y a rien de déterminé quant à leur nature: les *Pores* peuvent demeurer en même nombre, & ſeulement s'a-

grandir; ils peuvent diminuer au contraire, en devenant plus nombreux dans une plus grande proportion; dans l'un & l'autre cas, ils peuvent changer de connexion & de figure. Or toutes ces différences influent sur la *Capacité*; mais comme on ne les apperçoit point, on ne peut savoir, que par des Expériences immédiates, ce qui arrive à cet égard aux Substances dans leurs divers degrés de *dilatation*. J'en avois imaginé d'une espèce, que je communiquai à M. DE LA PLACE en 1781, mais que nous n'avons encore tentées ni l'un ni l'autre. Il s'agissoit de répéter, avec différentes sortes de Liquides, les mêmes Expériences que j'ai faites avec l'Eau, pour chercher les Marches comparatives du *Thermomètre* & de la *Chaleur*; & voir par-là, si tout Liquide indiqueroit une même Marche comparative; ce qui n'est pas certain, & qu'il importeroit de savoir. Mais en attendant, & d'après l'incertitude où nous sommes à l'égard de l'effet des changemens de *Température* sur les *Capacités* des Substances, je conclurai avec M. DE LA PLACE; que *c'est une nouvelle raison, de rejetter le Principe qui suppose les Quantités absolues de Chaleur, proportionnelles aux Chaleurs spécifiques*; c'est-à-dire aux *Capacités* conclues à la manière dont on l'a fait jusqu'ici.

225. Je viens à un troisième motif de ne pas admettre ce Principe. Quand on auroit trouvé avec certitude, que la *Capacité* de l'*Eau* est plus grande que celle de la *Glace* d'une certaine quantité déterminée, on ne feroit point encore en droit d'en conclure; que toute la Perte de *Chaleur* observée dans la *liquéfaction* de la *Glace*, est due à cette circonstance. Car il faudroit savoir de plus, quelle est la *quantité absolue* de *Chaleur* de la *Glace fondante*; & montrer, que la Perte de *Chaleur* observée, en est une partie aliquote, égale au rapport des deux *Capacités*. Les Partisans du Systême que j'examine, doutoient si peu de sa solidité, qu'ils concluoient la *quantité totale* de la *Chaleur* contenue dans la *Glace*, de cette Perte même de *Chaleur* qu'ils devoient expliquer. Cependant chacun de ces Points avoit également besoin de preuve directe, avant qu'il pût servir à établir l'autre; ce qui réduisoit la marche de leur raisonnement à un Cercle vicieux. Je le fis observer au Dr. CRAWFORD, qui en convint; & comme j'avois des argumens directs contre l'Hypothèse fondamentale; argumens auxquels je viendrai; je lui annonçai dès-lors; que la Question se décideroit probablement entre nous, lorsqu'on chercheroit la *quantité absolue* de *Chaleur* par différens sentiers de la même route. En effet,

ſi des Changemens de *Capacité* ſont la ſeule Cauſe des Phénomènes ſpontanés de *Chaleur*; toutes les fois qu'on aura déterminé, & les *Capacités* comparatives des Subſtances avant & après le Phénomène, & la quantité dont la *Chaleur* aura augmenté ou diminué; les réſultats devront toujours fournir une même quantité de *Chaleur abſolue* des Corps à une Température donnée. Or je montrai alors au Dr. CRAWFORD, dans quelques Expérieuces de M. KIRWAN relatives aux diſſolutions des Sels & au mélange de l'Eſprit de vin avec l'Eau, des réſultats contradictoires avec cette conſéquence néceſſaire de l'Hypothèſe; & je lui annonçai, que plus on la ſoumettroit à l'Expérience ſous cette forme, moins elle pourroit ſe ſoutenir.

226. Ma conjecture à cet égard ne tarda pas à ſe réaliſer; car environ un an après, parurent ces Expériences de MM. LAVOISIER & DE LA PLACE que j'ai citées, & dont pluſieurs ont eu pour but direct de décider cette Queſtion. Je ne connois point de méthode auſſi ſûre que la leur, pour des Expériences de cette eſpèce; & les réſultats furent tels que je les avois attendus; c'eſt-à-dire, qu'il y eut de très-grands écarts dans la première quantité de *Chaleur abſolue* fournie d'après l'Hypothèſe. Je n'en rapporterai

pas les détails, qui ſont connus; & je me contenterai de tranſcrire les divers nombres de Degrés de mon Echelle, qui marquèrent les *quantités abſolues* de *Chaleur*, à la Température de la *Glace fondante*, dans celles de ces Expériences qui la fournirent comme une quantité *poſitive*; ces Nombres ſont *1538*, *3242*, *1169*: tandis que la première quantité qu'on avoit conclue de la liquéfaction de la *Glace*, n'étoit qu'environ *600*: voilà ſans doute déjà un grand écart. Mais de plus, l'Hypothèſe devint contradictoire, par deux autres Expériences où elle fournit des quantités *négatives* pour la *Chaleur abſolue* de la *Glace fondante*; ce que j'avois déjà fait remarquer au Dr. CRAWFORD dans les deux cas indiqués ci-deſſus.

227. La *Chaleur abſolue* des Corps à une Température donnée, reſte donc pour nous Lettre cloſe. Autrefois on n'y ſongeoit pas: on nommoit *Chaleur* double, triple, des nombres doubles, triples de degrés au-deſſus du o arbitraire du Thermomètre. Depuis qu'on a reconnu cette erreur, on donne peut-être dans l'extrême oppoſé; celui de regarder la *Chaleur abſolue*, comme très-grande encore aux Températures les plus abaiſſées que nous puiſſions obſerver. Les Expériences de M. BRAWN, faites

à Petersbourg sur la Congellation du Mercure, avoient accrédité cette opinion. Il y vit baisser le Thermomètre de *De Lisle* à 650°, ou — 568¼ de *Fahrenheit*, & — 267 de mon Échelle; & alors le Mercure gela. Mais nous apprenons dans un Mémoire bien intéressant du Dr. BLAGDEN, relatif à des Expériences faites par M. HUTCHINS à la Baye d'Hudson, sous sa direction & celle de M. CAVENDISH (*Trans. philos.* année 1784), que cette détermination de la Température à laquelle le *Mercure* gèle, étoit une méprise; parce que ce Liquide, au moment où il gèle, éprouve une contraction subite, semblable à celle que j'avois observée dans l'*Huile d'olive* (*Rech. sur les Mod. de l'At.* § 414, *q*); & que la Température à laquelle il éprouve cette modification, déterminée par un Thermomètre d'Esprit de vin, est seulement — 40 de *Fahrenheit* = 210° de *De Lisle*. Il ne reste donc aucun Fait d'après lequel nous soyons autorisés à penser; que lorsque le Mercure gèle, sa *Chaleur absolue* soit encore très-grande : & par conséquent les idées qu'on peut s'en faire d'après des considérations indirectes & équivoques, ne sauroient être admises comme preuves dans aucun objet contesté.

228. Je viens maintenant au motif particulier que j'eus dès l'entrée, de suspecter l'Hypo-

thèſe qui nous occupe, je veux dire celle-ci; « que « des changemens dans les *Capacités* des Subſtan- « ces, ſont la Cauſe générale de tous les Phé- « nomènes d'augmentation ou diminution de la « *Chaleur*, qui arrivent ſans que des Subſtances « étrangères à celles qui ſont intéreſſées au « Phénomène, leur en communiquent ou leur « en ôtent ». Ce motif général eſt; qu'en admettant l'Hypothèſe, les plus grands Phénomènes de la Nature ſur notre Globe, ſe trouvent ſans explication. Je vais le faire voir dans le cas de la *Liquidité*; & l'on pourra le reconnoître de même dans tous les cas analogues, ſans que j'en répète la démonſtration.

229. La *Liquéfaction* eſt ſûrement un des plus grands Phénomènes terreſtres; & dès qu'on traite de *Cauſes*, celui-ci doit en avoir une. Dire qu'il eſt opéré par la *Chaleur*, ſans expliquer comment; ce n'eſt autre choſe que répéter le Fait. Quand la *Glace* eſt arrivée à une certaine *Température*, elle *fond:* mais *pourquoi?* Prétendre, comme l'ont fait quelques Phyſiciens, que les Particules d'un Solide, écartées par la *Chaleur*, n'ont plus autant d'adhérence entr'elles; & qu'éprouvant ainſi moins de frottement, elles cèdent ſans peine à leur *Attraction mutuelle* & à la *Peſanteur*; ſeroit ici contredire

le Fait : car lorſque la *Glace* fond, ſon *volume* diminue. Il faut donc que la *Chaleur* agiſſe de quelque autre manière pour produire la *Liquidité*. Une circonſtance qui s'obſerve alors, ne peut qu'avoir du rapport avec la Cauſe du Phénomène : c'eſt qu'au moment où la *liquéfaction* s'opère ; quoique l'on continue à communiquer de la *Chaleur* à la Subſtance, ſa *Température* ne change pas. Ainſi la même Cauſe qui, dans d'autres circonſtances, auroit produit une augmentation de *Chaleur*, n'en produit point alors, mais la *liquéfaction* s'opère. Voilà donc un fil qui devoit conduire à une explication réelle de ce Phénomène de *Chaleur*. Il ne s'agiſſoit plus que de donner une idée de la *Cauſe* de la *Chaleur*, & de la manière dont elle produit l'un & l'autre de ces Effets, mais ſeulement l'un ou l'autre à la fois ; & c'eſt ce que je crois avoir fait.

230. Voyons au contraire ce qu'emporte l'Hypothèſe que j'examine. La Perte de *Chaleur* qui s'obſerve au moment de la *Liquéfaction*, vient, dit-on, du Changement de *Capacité* de la Subſtance. Ce n'eſt donc que lorſque la *Capacité* a changé, que la *Chaleur* diminue : mais lorſque la *Capacité* a changé, nous avons déjà un *Li-*

quide à la place d'un *Solide*. Qu'eſt-ce donc qui a produit cette *Transformation?* C'eſt ce dont on ne s'occupe point : & voilà comment on laiſſe ſans Cauſe, un des plus grands Phénomènes terreſtres, pour expliquer ce qui n'en eſt qu'une circonſtance. Le même défaut ſe retrouve, & d'une manière bien plus frappante encore, dans la *Vaporiſation*, dont je parlerai ci-après, & en général dans tous les Phénomènes où l'on obſerve de grands Changemens de *Chaleur*. En ne s'occupant, dis-je, que de ces derniers changemens, & voulant les aſſigner par-tout à des changemens de *Capacité*, on laiſſe ſans Cauſes nombre d'autres circonſtances non moins importantes que celle-là. La *Capacité* moyenne d'un aſſemblage de Subſtances ne peut changer, ſans qu'il ne s'y faſſe quelque autre changement eſſentiel, dont celui-là n'eſt qu'une conſéquence. En ſuppoſant donc que c'eſt alors ſeulement que la *Chaleur* change, il faut aſſigner quelque autre Cauſe aux Effets antérieurs; ce dont pourtant on ne s'occupe pas. Telle fut la conſidération générale qui me fit ſuſpecter cette Hypothèſe, avant même que d'en avoir examiné les fondemens directs; & cet examen me confirma dans mon idée. J'en donnerai de nouvelles raiſons, en traitant d'autres Phénomènes de la *Chaleur*.

231. Le changement de *Capacité* de la *Glace* convertie en *Eau*, étant la seule Cause qu'on eût assignée à la Perte de Chaleur observée alors, & cette Cause n'étant pas réelle, je reviens à mon systême à cet égard, savoir; qu'une union par *Affinité*, du *Feu* avec les Particules de la *Glace*, est la Cause immédiate de la première des Circonstances du Phénomène qu'il falloit expliquer, ou la transformation de ce *Solide* en un *Liquide:* par où la circonstance secondaire; savoir, la diminution de la *Chaleur*; s'explique aussi immédiatement; puisque le *Feu* qui se combine ainsi avec la *Glace* pour produire l'*Eau*, cesse par cela même de contribuer à la Chaleur. Ces deux circonstances simultanées, effets d'une même Cause, sont communes à tous les cas où la *liquéfaction* est immédiatement opérée par la *Chaleur* seule. Une observation générale suffit pour établir, que dans toutes ces *Liquéfactions* il y a aussi Perte de *Chaleur*; c'est qu'elles se font toujours à une même Température dans les Substances homogènes, & que cette Température est fixe durant l'opération. Car puisque le *Feu* qui continue à entrer dans la Substance, n'y augmente plus alors la *Chaleur*, il faut bien qu'il devienne *latent:* ainsi tous ces Phénomènes sont de même nature que celui de la *liquéfaction* de la *Glace*. Cette fixité de Température

Température dans les Substances qui se *liquéfient* par la seule action du *Feu*, avoit déjà été découverte par NEWTON ; & il en avoit même tiré l'idée d'une *Échelle* du *Thermomètre*, à laquelle, faute de l'avoir puisée dans sa Source, je ne donnai pas les éloges qu'elle méritoit lorsque je la décrivis dans mon Ouvrage sur les *Modifications de l'Atmosphère* : je vais donc réparer ce tort.

232. C'est à M. VANDERMONDE que je dois, d'avoir reconnu mon erreur sur ce plan de NEWTON pour la formation d'une *Échelle* du Thermomètre ; il me la fit remarquer dans des entretiens que nous eûmes à Paris en 1781 sur divers objets relatifs à la *Chaleur*, & en particulier sur ma tentative de fixer le rapport de la Cause à ses Effets dans le Thermomètre ; ce qui avoit déjà été le plan de NEWTON. Ce plan consistoit, 1°. à faire chauffer une masse de Fer assez grande pour que son refroidissement fût fort lent ; 2°. à la laisser refroidir dans un lieu où l'on entretiendroit une même Température par un courant d'Air ; 3°. à placer successivement sur cette masse de Fer, de petites masses, égales entr'elles, de diverses Substances qui se *liquéfient* à différens degrés de *Chaleur* ; 4°. enfin, à observer les *Tems* aux-

quels chacune de ces Substances, d'abord *liquéfiée*, commenceroit à se *figer*; ce qui se fait sensiblement à la même Température où ces Substances commencent à fondre.

233. NEWTON entreprit lui-même l'exécution de ce plan, & en fit la base de l'*Échelle* de son Thermomètre, où je ne considérai en le décrivant, que le nombre de *degrés* compris entre les deux Points fixes ordinaires. Cependant voici ce qui méritoit le plus d'être remarqué. La Masse de Fer, en perdant son excès de *Chaleur* sur le Milieu entretenu à une même Température, devroit toujours perdre, dans des *Tems* égaux, des *parties aliquotes* égales de l'*excès restant*. De sorte que, connoissant les *Tems* écoulés entre chacun de ces Phénomènes de *Chaleur*; dont on auroit marqué les Points sur le Thermomètre par des Expériences immédiates; on pourroit en conclure les rapports qu'auroient entr'elles les quantités de *Chaleur* correspondantes aux Intervalles de ces divers Points. En suivant ce plan avec toutes les précautions nécessaires pour le réaliser, on parviendroit à construire un Thermomètre *équi-différentiel*. Or c'est de ce même Thermomètre que je me suis occupé, d'après un plan fort différent de celui là, imaginé par M. LE SAGE,

qui avoit ainſi rempli une Vue de NEWTON à laquelle il n'avoit pas pris garde, comme il a ſuivi une Vue bien plus importante de ce grand-Homme, celle d'aſſigner une *Cauſe méchanique* à la GRAVITÉ.

234. Je reviens à mon ſujet principal. Il eſt donc conſtant que, dans toute *Liquéfaction* opérée par la *Chaleur*, le *Feu* qui s'y emploie diſparoît au Thermomètre. Et comme la *Liquidité* indique des Propriétés diſtinctives dans les Subſtances qui la poſſèdent, & que nous leur voyons acquérir ces Propriétés dans des opérations où il ſe fait en même tems une Perte de *Chaleur*, il me ſemble naturel d'en conclurre en général qu'il eſt de l'eſſence de la *Liquidité*, qu'une certaine quantité de *Feu* ſe trouve en combinaiſon avec les Particules des Subſtances qui paroiſſoient ſous cette forme. Toutefois ce Syſtême n'eſt pas ſans quelques difficultés, à cauſe de certaines *Liquéfactions* de la *Glace*, où la Perte de la *Chaleur* n'eſt pas proportionnée à ce que nous connoiſſons de la quantité de *Feu latent* que doit avoir l'*Eau*. Je vais examiner cette Claſſe de Phénomènes.

235. Quand on mêle du *Sel marin* à la *Glace* en proportion convenable, les deux *Solides* ſe

transforment en un *Liquide*, que je nommerai *Saumure*. Ce *Liquide* eſt formé, tant de la *Glace*, que de l'*Eau de cryſtalliſation* du *Sel*; & l'*Eau* totale tient en diſſolution les Particules *Salines*. Il a donc fallu que toute cette *Eau* reçût ſon *Feu latent*. L'Expérience nous a appris, que lorſqu'il s'agit de la *liquéfaction* ſimple de la *Glace* par la *Chaleur*, le *Feu latent* contenu dans l'Eau produite, vient d'une quantité de *Feu libre*, qui produiſoit environ 62° de *Chaleur* (ſur mon Échelle) dans la maſſe: mais quand la *liquéfaction* eſt opérée par le *Sel marin*, la maſſe de ces Subſtances ne perd que 17° de *Chaleur*. Seroit-ce donc, que la *Saumure* n'a pas beſoin d'autant de *Feu latent* que l'*Eau* pure? Ou bien, le *Sel* cryſtalliſé joint-il à ſes Ingrédiens déjà connus une certaine quantité de *Feu* combiné, qui ſe dégage dans ſa diſſolution & en fournit ainſi au *Liquide?* Je penche pour cette dernière opinion: mais afin de l'examiner avec quelque fruit; en attendant que des Expériences directes en décident; il faut d'abord fixer ici, quelle devroit être la quantité du *Feu* combiné dans le *Sel marin*, d'après ce Phénomène de Liquéfaction de la *Glace* & du *Sel*. Le *refroidiſſement* produit n'eſt que de 17 de mes Degrés, & il devroit être d'environ 62: par conſéquent, cette quantité de *Feu* ſuppoſée

dans le *Sel*) qui ne fait qu'environ le tiers de la Masse) doit être telle, qu'elle produise 45° de *Chaleur* dans toute la Masse.

236. Quelques Phénomènes nous indiquent une Cause analogue à celle que je suppose ici : ce sont ceux des liquéfactions de la *Glace* produites par certains *Acides*, & par l'*Esprit-de-vin*; dans lesquelles le *refroidissement* n'est pas proportionné non plus à toute la quantité de *Liquide* qui se forme; mais où en même tems nous en voyons la Cause, en ce que ces mêmes substances, étant mêlées à l'*Eau*, produisent une augmentation de *Chaleur.* Il paroît donc qu'en ces cas-là, une Cause intérieure d'augmentation dans la *Chaleur*, diminue le besoin de *Feu* étranger, pour fournir le *Feu latent* nécessaire à l'*Eau* qui se forme de la *Glace.* Toutes les circonstances de ces Phénomènes sont très-intéressantes pour la Théorie de la *Chaleur*; & on les verra développées d'une manière bien instructive, dans un Mémoire de M. CAVENDISH présenté depuis peu à la Société Royale; Mémoire qui a pour objet, de nouvelles Expériences faites à la Baye d'Hudson, sur le mêlange de divers *Acides* avec la *Glace* par de grandes diminutions naturelles de la Chaleur.

237. Mais en suppofant, par analogie, que dans la diffolution du *Sel marin* par la *Glace*, il y a une Caufe intérieure d'augmentation dans la *Chaleur* qui fournit au *Liquide* produit les $\frac{45}{62}$ de fon *Feu latent*; & que cette Caufe eft, du *Feu* qui fe dégage dans la décompofition de ce *Sel*; on n'a fait encore que transporter la difficulté fur le cas de fa diffolution par l'*Eau*. Car ici, l'*Eau de cryftallifation* du *Sel*, eft la feule qui doive recevoir du *Feu latent* pour devenir *liquide*; puifque l'*Eau* diffolvante, qui eft déjà *liquide*, n'en a pas befoin. Il faudroit donc alors retrouver, par une augmentation dans la *Chaleur*, environ les $\frac{2}{3}$ de ce *Feu* fuppofé dans le *Sel*. Cependant, au lieu d'augmentation de *Chaleur* quand l'*Eau* diffout le *Sel marin*, il y a *refroidiffement*. Il faut donc ici (au contraire du cas de la Glace) trouver une Caufe intérieure de diminution de *Chaleur*, capable d'abforber d'abord tout ce *Feu* excédant dégagé du *Sel*, qui auroit produit environ 30° de *Chaleur* dans la Maffe; & de plus quelque *Feu* étranger, puifqu'il y a *refroidiffement*. Je vais expliquer des Caufes qui font peut-être capables de produire ces effets.

238. En parlant ci-devant des Phénomènes du Thermomètre d'*Eau*, j'ai fait remarquer;

que lorſque ce Liquide eſt près de ſa Congellation, le *Feu* qu'il contient peut à peine en écarter les Particules, à cauſe de l'augmentation de leur Tendance entr'elles (§ 9). On peut voir dans la Table que j'ai donnée (*Rech. ſur les Mod. de l'Atm.* § 418, *m.*) des Marches correſpondantes de différens Liquides par la *Chaleur*; que lorſque le Thermomètre de *Mercure* a parcouru le premier 8me de ſon Echelle, ſavoir, de o à + 10, l'*Eau* n'en a parcouru encore qu'environ $\frac{1}{50}$. C'eſt-à dire, qu'elle ne s'eſt dilatée que d'$\frac{1}{50}$ de la quantité dont elle ſe dilate en paſſant de la Température de la *Glace ſondante* à celle de l'*Eau bouillante*; tandis que le *Mercure* s'eſt dilaté d'$\frac{1}{8}$ de la même quantité, qui ſert auſſi de baſe à ſon Echelle. Cependant la *Chaleur* eſt alors égale dans les deux Liquides; c'eſt-à-dire que le *Feu* y exerce un même degré de Force expanſive; quoique l'*Eau*, en paſſant, comme le *Mercure*, de la Température de la *Glace fondante* à celle-là, ait éprouvé ſi peu de *dilatation*.

239. Si l'on jette enſuite les yeux (dans la même Table) ſur la Marche du Thermomètre de *Saumure*, on y verra; qu'à cette même Température, elle réſiſte bien moins à l'action expanſive du *Feu*; car par le même changement

dans la *Chaleur* qui n'a fait parcourir à l'*Eau* qu'$\frac{1}{50}$ de fon Echelle, la *Saumure* en a parcouru $\frac{1}{9}$. Ainfi, lorfque l'*Eau* a diffout du *Sel marin*, le *Feu* contenu dans le Mixte, éprouve moins de réfiftance à écarter fes Particules, qu'il n'en avoit à écarter celles des deux Ingrédiens féparés: il dilate donc ce Mixte en fe dilatant lui-même. Or quand le Feu fe *dilate*, il perd une partie de fa *Force expanfive:* & puifque la *Chaleur* n'eft que le degré actuel de *Force expanfive* du *Feu*, elle doit diminuer dans le nouveau Liquide produit de la diffolution du *Sel* par l'*Eau*.

240. Cette Caufe de diminution de *Chaleur* me paroît indubitable: elle appartient à une Claffe particulière de Phénomènes de *Chaleur*, dont la Caufe commune eft le changement de la *Preffion* fur une même quantité de *Feu* libre, ou le changement inverfe dans la *Capacité géométrique* de la Subftance qui le contient. Je nomme *Capacité géométrique*, l'Efpace total laiffé au *Feu* dans les Subftances, ou la *Somme* de leurs Pores. Par où je diftingue les Phénomènes de cette Claffe, d'avec ceux qui réfultent des changemens dans l'Efpèce de *Capacité* dont il a été queftion ci-devant; *Capacité* que je nommerai *phyfique*, parce qu'elle dépend, non de la *fomme*, mais de la *nature* des Pores (§ 224).

Lors donc que la *Capacité géométrique* vient à changer, la *Capacité physique* peut, ou rester la même, ou changer dans l'un des sens contraires: & l'on ne peut découvrir le changement qui s'est fait à cet égard, qu'en prenant même *Volume* de la Substance (ou des Substances) avant & après le Changement de *Capacité géométrique*, & cherchant sous cette forme, par des Expériences immédiates, les *Capacités physiques* correspondantes aux deux états (§ 164).

241. Outre le Phénomène de *Chaleur* ci-dessus, opéré dans la dissolution du *Sel marin* par l'*Eau*, je range encore dans cette Classe des Phénomènes de *Chaleur* produits par le Changement de la *Capacité géométrique*, un Phénomène inverse; savoir, l'augmentation, ou partie de l'augmentation de *Chaleur* qui a lieu, quand on mêle l'*Esprit-de-vin* à l'*Eau*. Au moment du mélange, il se fait une *contraction* dans le Mixte: son Volume total est moindre que celui de ses Ingrédiens. Ainsi la Tendance mutuelle des Particules du *Mixte* est devenue plus grande que la somme des Tendances dans ses Ingrédiens; d'où résulte une plus grande *Pression* sur le *Feu* contenu dans leurs Pores. Or ce changement doit nécessairement produire une augmentation dans la *Chaleur*; indé-

pendamment des autres Causes qui peuvent agir dans le même sens ou dans le sens contraire ; car je ne crois pas que le Phénomène soit simple ; & il en est même probablement très-peu de simples dans ce genre.

242. J'ai déjà rapporté ci-devant (§ 126) un troisième Phénomène de cette même Classe, savoir ; l'augmentation de la *Chaleur* dans une masse de Fer qu'on forge rapidement ; augmentation produite par une diminution de la *Capacité géométrique* de cette masse, trop prompte pour que le *Feu* qu'elle contient puisse s'échapper d'abord, porportionnellement du moins à la diminution de l'Espace qui le contient. J'y range encore ces Phénomènes de *Chaleur*, dont j'ai aussi parlé ci-devant (§ 91), qui résultent de raréfactions ou condensations subites de l'Air ; dans lesquelles le *Feu* qui lui est mêlé, éprouve les mêmes modifications que lui. Dans ces opérations, veux-je dire, la *Force expansive* du *Feu* éprouve les mêmes changemens que celle de l'*Air* ; & cela se manifeste par le changement qu'éprouve la *Chaleur*, avant que l'équilibre du *Feu* ait pu se rétablir au travers des parois du Vase. En un mot, toutes les fois que l'Espace total occupé par une certaine quantité de *Feu* libre, augmente ou diminue subitement ce qui arrive

ſans doute dans bien des cas, ſans que nous l'appercevions; il en réſulte néceſſairement des changemens dans la *Chaleur* des Subſtances intéreſſées.

243. Voilà donc une Cauſe certaine de diminution de *Chaleur* quand l'*Eau* diſſout le *Sel marin*; Cauſe qui doit compenſer à quelque degré, l'augmentation de *Chaleur* produite par le *Feu* libéré du *Sel*, dans cette diſſolution où l'*Eau* diſſolvante n'a pas beſoin de *Feu latent*. Il auroit été intéreſſant, pour aider au calcul des quantités, de ſavoir quelle eſt celle dont le *Volume* des deux Ingrédiens augmente par cette Cauſe; j'ai tenté de le découvrir par l'Expérience, mais je n'ai rien pu obtenir de certain, à cauſe du *Fluide expanſible* qui ſe dégage durant la diſſolution. Car en recueillant même ce *Fluide*, on ne peut pas conclure immédiatement de ſon propre *Volume*, l'influence qu'il devoit avoir ſur celui de l'*Eau* & du *Sel*. J'ai bien apperçu des routes indirectes par leſquelles on parviendroit peut-être à déterminer ce point; mais probablement elles ſeroient longues & difficiles, & je n'ai pu m'y engager.

244. Cette émiſſion d'un *Fluide expanſible* quand les *Sels* ſe diſſolvent dans l'*Eau*, eſt un

autre myſtère, qui enveloppe peut-être une nouvelle Cauſe de diminution de la *Chaleur.* On verra dans la Section ſuivante, les raiſons que j'ai de penſer; que la production des *Fluides aëriformes*, enlève plus de *Chaleur* aux Subſtances dans leſquelles ils prennent naiſſance, que tout autre changement qu'elles puiſſent ſubir. Or il s'échappe une aſſez grande quantité d'*Air*, quand l'*Eau* diſſout du *Sel marin:* je crois même ſon émiſſion eſſentielle au Phénomène; tellement, par exemple, que ſi l'on renfermoit l'*Eau* & le *Sel* dans un Vaſe où il ne reſtât aucun eſpace, ni pour la libération de cet *Air*, ni pour la dilatation du Liquide, la diſſolution n'auroit peut-être pas lieu: il me ſemble même qu'on l'a éprouvé. Ne s'emploie-t-il donc pas du *Feu* à la formation de cet *Air?* Si cela étoit, l'*Air* formé emporteroit auſſi d'une manière *latente*, une partie du *Feu* que j'ai ſuppoſé ſe dégager du *Sel*, quand ſes Particules *ſalines* ſe ſéparent de ſon *Eau de cryſtalliſation* pour ſe réunir au Liquide total qui ſe forme. Il eſt vrai qu'il s'échappe auſſi de l'*Air* quand ce *Sel* eſt diſſout par la *Glace*; mais la *Glace* ſeule en fournit quand elle fond par la *Chaleur:* de ſorte qu'à moins qu'on ne meſure ces quantités d'*Air* (ce que je n'ai pas fait), & qu'on ne trouve celle qui ſe dégage à la diſſolution du

Sel par la *Glace*, beaucoup plus grande que celle que fournit la *Glace* ſeule en fondant, l'Hypothèſe que je viens d'énoncer conſerve toujours de la vraiſemblance.

245. Je ſouhaite de m'être rendu intelligible dans la diſcuſſion que je termine ici; parce que ſon objet eſt d'un genre qui ſe préſentera ſouvent à ceux qui entreprendront d'analyſer profondément tous les Phénomènes de la *Chaleur.* J'ai trouvé beaucoup de difficulté à rendre clairement, tant les idées qu'il renferme, que leurs liaiſons entr'elles & avec des Principes déjà poſés. Je n'y avois que peu de données certaines, & je voyois moi-même des difficultés dans les Hyothèſes par leſquelles j'y ſuppléois: il s'agiſſoit donc de peſer des Probabilités; ce qui eſt toujours difficile, quand un certain nombre d'Idées doivent être préſentes enſemble à l'Eſprit. L'objet principal de cette diſcuſſion, étoit l'examen d'une Propoſition générale que j'avois poſée d'entrée, ſavoir; « que la *Liquidité* pouvoit n'être produite dans toute Subſtance, que par une certaine union du *Feu* avec ſes Particules. » L'objection à laquelle je devois répondre provenoit de certaines *liquéfactions* de la *Glace*, opérées par d'autres Cauſes extérieures que du *Feu* ſenſible, & où la quan-

tité de la Perte de *Chaleur* ne répond pas à ce qui a été déterminé ſur celle du *Feu latent* de l'*Eau*. En examinant cette objection, j'ai fixé les objets ſur leſquels il règne encore de l'obſcurité, faute d'Expériences immédiates; mais il ne s'en eſt trouvé aucun qui contredit la Propoſition précédente; & ſeulement elle doit être déterminée d'après l'enſemble actuel des Phénomènes : je l'énoncerois donc ainſi. « Aucune « Subſtance *ſolide*, ni aucun aſſemblage de « Subſtances entre leſquelles il y en a de *ſolides*, « ne peut former un *Liquide*, ſans qu'il ne s'y « joigne du *Feu* en combinaiſon chymique. « Quand la *Liquéfaction* eſt opérée par la ſim- « ple addition d'un *Feu* étranger, la combinai- « ſon qui ſe fait de ce *Feu*, ſe manifeſte par « une Perte proportionnelle dans la *Chaleur*. « Mais ſi la *Liquéfaction* eſt accompagnée d'au- « tres opérations chymiques; il eſt poſſible que « le *Thermomètre* n'indique pas toute la quantité « de *Feu* qui s'y emploie; parce que quelqu'une « des Subſtances intéreſſées, en changeant « d'état, peut fournir une partie de ce *Feu*. »

246. Enfin, j'avois encore énoncé une Propoſition plus générale que la précédente, ſavoir; « qu'il n'eſt peut-être qu'un bien petit nombre « de Subſtances terreſtres, dont la *Lumière* ne

« faſſe, ou immédiatement, ou par le *Feu*, une « partie intégrante » ; & cette Propoſition eſt encore appuyée par les détails ou je ſuis entré, dans leſquels j'ai fait voir ; que les Phénomènes nous conduiſent à admettre du *Feu latent* dans toutes les Claſſes de Subſtances.

SECTION VI.

Des Phénomènes de Chaleur *qui procèdent des* Fluides atmoſphériques groſſiers.

247. J'AI fait mention vers la fin de la Section précédente, d'une des plus grandes ſources de Phénomènes ſpontanés de *Chaleur*; je veux dire, de la compoſition & décompoſition des *Fluides atmoſphériques* groſſiers, auxquels j'aſſigne le *Feu* pour *Fluide déférent* commun. J'avois même déjà ſuppoſé ce Méchaniſme dans la Section IV de ce Chapitre, en y traitant de la *Combuſtion*; parce que je ne pouvois montrer la quantité de *Feu* qui ſe dégage de certains *Solides* quand ils brûlent, ſans diſtinguer la *Chaleur* qui en provient, de celle qui a ſa Source dans *l'Air*. Je vais m'arrêter maintenant à cette dernière Source, pour faire voir plus directement ; que c'eſt par leur *deſtruction*, ou *formation*, & non

par des changemens de *Capacité*, que les *Fluides aëriformes* se trouvent si fort intéressés dans la plupart des Phénomènes de *Chaleur*.

248. Les premiers Phénomènes qui m'ont conduit à cette opinion, sont ceux des *Vapeurs aqueuses*, à la formation, comme à la destruction desquelles, tout est simple & manifeste. Le Liquide qui s'*évapore*, perd une quantité sensible de sa *Chaleur*; & le *Feu* qui disparoît alors au *Thermomètre*, y reparoît quand les *Vapeurs* se décomposent. C'est donc dans les Phénomènes des *Vapeurs aqueuses*, que se trouvent les Rudimens de la Theorie des *Fluides expansibles* grossiers; & il ne s'agit plus que de démêler ce qui est propre à chacune de leur Classes, en analysant avec soin leurs Phénomènes. La Théorie particulière des *Vapeurs aqueuses* ayant fait le Sujet de la Ire PARTIE de cet Ouvrage, je la supposerai dans celle des autres *Fluides atmosphériques*; mais il faut que j'y ajoute ici quelques déterminations & remarques, qui deviennent nécessaires à mon objet présent.

249. Le Dr. BLACK est encore le premier qui ait tenté de déterminer ce qu'il nomme la *Chaleur latente des Vapeurs*, & que je nommerai la quantité de *Feu latent* dans les *Vapeurs aqueuses*.

ses. Il le fit d'abord ſynthétiquement ; en calculant, d'après la marche de l'échauffement d'une certaine maſſe d'*Eau* miſe ſur un feu réglé, quelle quantité de *Chaleur* elle devoit avoir reçue, en perdant une certaine partie de ſon poids, durant un certain tems, pendant lequel elle étoit reſtée à la *Chaleur fixe* de l'Eau bouillante. Il fit enſuite la même recherche par l'Analyſe ; en obſervant la quantité de *Chaleur* communiquée à une certaine maſſe d'*Eau*, par une certaine quantité de *Vapeurs* qu'elle avoit décompoſées. Ces premières Expériences, ſans fournir une détermination bien préciſe, montrèrent du moins indubitablement, que les *Vapeurs* de l'Eau bouillante avoient une très-grande *Chaleur latente* ; & le Dr. BLACK s'y borna. Mais M. WATT, à qui ces Expériences furent communiquées par leur Inventeur, ayant bientôt ſongé à les rendre utiles à la puiſſante Machine où les *Vapeurs* de l'Eau bouillante jouent un ſi grand rôle, apporta le plus grand ſoin à cette détermination ; parce qu'il avoit déjà ſoupçonné, que ces Machines étoient bien loin de produire la quantité d'Effet dont leur Cauſe étoit capable ; & qu'il attribua dès-lors ce déficient, au manque de connoiſſances ſur la nature de l'Agent mis en action.

250. Ce que j'appris, en arrivant dans ce Pays-ci, des grands Effets de la nouvelle *Machine à Vapeurs* construite par MM. WATT & BOULTON, ne put que m'intéresser vivement: puisque les *Vapeurs* faisoient depuis tant d'années l'objet de mon attention soutenue. J'eus ensuite le bonheur de me lier particulièrement avec M. WATT, qui eut la bonté de répéter avec moi ses Expériences fondamentales, & de me permettre d'en faire tout l'usage qui conviendroit à mes vues particulières. Mais dans le plan resserré de cet Ouvrage, je dois me contenter de rapporter ici, celle de ces Expériences qui m'aidera le plus directement à démontrer; que la *Chaleur latente* des *Vapeurs* ne sauroit être expliquée, que par une union *chymique* des Particules du *Feu* & de celles de l'*Eau*: ce que j'appliquerai ensuite aux Phénomènes *ignés* des *Fluides aëriformes.*

251. Voici d'abord en quoi consiste l'Appareil. 1°. Un Vase couvert, dans lequel doit bouillir l'*Eau*, & que je nommerai le *premier* Vase. 2°. Un Tube de métal, de 5 à 6 pieds de long, partant du haut de ce Vase, s'élevant obliquement, & se terminant en un Bec recourbé vers le bas. Ce Tube doit être long, pour que son Bec se trouve à une distance suffisante du

feu qui fait bouillir l'Eau. 3°. Un *second* Vase, qui contient de l'Eau à la Température du lieu, & qui doit recevoir le Bec du Tube à une certaine période de l'opération. Ce Vase & son *Eau* sont exactement pesés; il est couvert, pour que l'évaporation ne diminue pas la quantité de son Eau durant l'Expérience. 4°. Un *petit* Vase placé au-dessous & vers le bas du Tube, en communication avec celui-ci. Ce Vase est destiné à recevoir l'Eau que les Vapeurs déposent dans le Tube, & qui y coule en rétrogradant vers le *premier* Vase. Il faut de plus, comme préparatif à l'Expérience, déterminer le rapport de la *Capacité* du *second* Vase avec l'*Eau*, pour réduire sa Substance propre à une augmentation déterminée dans la quantité de l'*Eau*. Enfin, il faut trouver par l'Expérience, quelle quantité de *Chaleur* ce *second* Vase & son Eau perdent dans un Tems donné, étant élevés au-dessus de la Température du lieu, d'une quantité moyenne entre cette Température & celle où ils arriveront probablement dans le cours de l'Expérience; quantité qui devra être ajoutée à celle où ils arriveront en effet, proportionnellement au Tems que durera l'Expérience. Voici mainnant sa Marche générale.

252. On fait bouillir l'*Eau* du *premier* Vase ; & quand ses *Vapeurs* s'échappent avec abondance par le Bec du Tube, on le plonge dans l'*Eau* du *second* Vase, qui reçoit ainsi l'*Eau* & le *Feu latent* des *Vapeurs*. Pour déterminer exactement, par un Thermomètre, l'augmentation de *Chaleur* que reçoit cette *Eau*, on a un moyen de l'agiter lentement, afin que toute sa masse ait toujours un même degré de *Chaleur*. L'Expérience étant terminée, on pèse de nouveau le *second* Vase ; après quoi, toute correction faite, le Produit de la *Chaleur* que ce Vase & son Eau ont acquise, par le Rapport de leur Masse primitive avec celle que les *Vapeurs* y ont ajoutée, donne la *Chaleur-latente* de ces *Vapeurs*. Telle est la marche générale de l'Expérience, dont je donnerai bientôt le résultat ; mais il faut auparavant que j'en suive les détails, pour montrer plus précisément en quoi consiste cette *Chaleur latente*.

253. Au commencement de l'opération ; c'est-à-dire, lorsqu'on met le *premier* Vase sur le feu ; le *second* Vase n'est pas joint encore à l'Appareil ; parce que la lenteur des Effets principaux, donneroit trop d'influence aux Causes étrangères. Le premier effet de la *Chaleur* sur l'*Eau* destinée à bouillir, n'est que d'augmenter la quantité

de l'*Évaporation* à sa surface, comme il arrive dans tous les cas où l'*Eau* devient plus *chaude*; & dès ce commencement d'*Évaporation*, les *Vapeurs* formées se mêlant à l'Air, le déplacent à proportion de leur abondance. Ce n'est donc pas l'*Air* qui agit ici comme dissolvant de l'*Eau*; je m'arrêterois à le démontrer par de plus grands détails sur cette période de l'Expérience, s'il pouvoit rester encore du doute sur la vraie Cause de toute *Évaporation*. L'*Air* donc est chassé de l'intérieur du Vase & du Tube, à mesure que les *Vapeurs* y deviennent plus abondantes: mais il n'est totalement expulsé, que quand les *Vapeurs* sont devenues capables de supporter seules la pression de l'Atmosphère; c'est-à-dire, lorsque l'*Eau* bout.

254. Dans aucune partie de cette augmentation graduelle de densité des *Vapeurs*, non plus que du tems où elles sont à leur plus haut période, elles ne se conservent en entier dans l'Espace qu'elles occupent; parce que les Parois de cet Espace, transmettant sans cesse au-dehors une partie du *Feu* qu'elles reçoivent, ne peuvent rester au degré de *Chaleur* de l'*Eau* & de ses *Vapeurs*, qu'autant que celles-ci lui rendent sans cesse ce *Feu* perdu; ce qui s'exécute par la décomposition des Particules de *Vapeur* qui

viennent à toucher ces Parois. C'eſt ici une Circonſtance eſſentielle à obſerver; car c'eſt d'elle que réſulte la détermination de la Cauſe qui augmente enſuite la *Chaleur* dans le *ſecond* Vaſe. Pour que les *Vapeurs* traverſent cet Eſpace ſans ſe détruire, il faut toujours qu'il ſoit au même degré de *Chaleur* que l'*Eau* où elles prennent leur origine: ce ſont des *Vapeurs* ſans doute, qui produiſent ce degré de *Chaleur*: mais ce ne ſont pas les *Vapeurs* qui franchiſſent l'Eſpace; ce ſont celles qui s'y détruiſent, & fourniſſent ainſi leur *Feu latent*. On en a la preuve, par le *petit* Vaſe; où ſe raſſemble l'*Eau* que produiſent ſans ceſſe ces *Vapeurs* par leur décompoſition.

255. L'Eau *bout* dans le Vaſe, quelque tems avant qu'on apperçoive aucun *Brouillard* ſenſible à l'extrémité ſupérieure du Tube; parce que la plus grande partie des *Vapeurs* produites, ſe condenſe encore dans l'intérieur. L'*Eau*, il eſt vrai, ne peut *bouillir* que lorſque ſa Surface eſt en contact avec un *Milieu* auſſi chaud qu'elle; ainſi, lorſqu'elle *bout*, ſes *Vapeurs* ſe conſervent dans ce *Milieu*. Mais dans notre Expérience, leur conſervation n'a lieu d'abord que dans l'eſpace qui ſe trouve entre l'*Eau* & le Couvercle du Vaſe; ce qu'on reconnoît à la

Chaleur du Couvercle, qui eſt inſupportable au doigt. Elles ont dès-lors un mouvement progreſſif dans le Tube ; mais il eſt d'abord lent, parce que leur décompoſition eſt encore fort grande. Leur progrès en avant eſt ſenſible au doigt ; car la Chaleur du Tube eſt inſupportable juſqu'au point précis où elles ſont arrivées, tandis qu'à demi-pouce au-delà, on n'éprouve encore qu'une Chaleur très-modérée : &, quoique leur marche s'accélère dès qu'une fois elles ſont un peu avant dans le Tube, on a le tems de remarquer qu'elles peuvent n'être plus qu'à quelques pouces de diſtance du Bec, ſans qu'on l'apperçoive par la denſité de celles qui ſe décompoſent à l'extérieur. Mais à l'inſtant où la Chaleur inſupportable atteint cette extrémité du Tube, il en ſort un Torrent de *Vapeurs* ; ce qui ſe fait même avec bruit, parce que ce Torrent chaſſe devant lui les gouttelettes d'*Eau* qui s'étoient raſſemblées dans la partie ſupérieure du Bec. Quand cette ſorte d'Exploſion a ceſſé, & que les *Vapeurs*, ſortant toujours rapidement, ne forment plus à l'extérieur du Tube qu'un Brouillard épais, on plonge ſon Bec dans l'*Eau* du *ſecond* Vaſe.

256. Voyons maintenant d'où proviendra l'augmentation de *Chaleur* de cette *Eau*. Les

Vapeurs ne font point ici dans le cas d'une Subſtance qui, plongée dans l'*Eau*, partageroit avec celle-ci, ſans changer d'état, ſon excès de *Chaleur* ſur elle. L'Eſpace occupé par les *Vapeurs* avant la décompoſition, n'a pas même une influence ſenſible dans cette augmentation de *Chaleur*; comme il en auroit, par exemple, ſi une certaine quantité de *Vapeurs* renfermée dans un Eſpace en étoit chaſſée tout-à-coup par le rétréciſſement de cet Eſpace : cas où le *Feu libre*, mêlé aux *Vapeurs*, éprouveroit la même Preſſion & les accompagneroit. Mais ici le *Feu* contenu dans l'Eſpace traverſé par les *Vapeurs*, eſt livré uniquement à ſes propres Loix. Ce *Feu* ſert à la conſervation des *Vapeurs* : dès qu'il n'eſt pas en quantité ſuffiſante, la décompoſition de quelque partie des *Vapeurs* en eſt la ſuite & y ſupplée ; & les Ingrédiens des Particules détruites, le *Feu* & l'*Eau*, reſtent également dans l'Eſpace. Ainſi, toute la *Chaleur* que l'*Eau* du *ſecond* Vaſe peut recevoir de l'Eſpace même où ſe meuvent les *Vapeurs*, n'eſt que celle qu'elle recevroit, ſi, par quelque cauſe qui ne l'affectât pas immédiatement, on maintenoit le Tube à la Chaleur de l'Eau bouillante. Or ſûrement la quantité de *Chaleur* que recevroit une maſſe de pluſieurs Livres d'Eau par l'extrémité d'un tel Tube, ſeroit

à-peine ſenſible. Mais quoi qu'il en ſoit, c'eſt cette quantité ſeule, qu'on peut ſouſtraire de la quantité totale de *Chaleur* que reçoit cette maſſe d'*Eau*, pour avoir ſans mélange, la vraie *Chaleur latente* des *Vapeurs*, ou celle qui eſt produite par le *Feu latent* qu'elles contiennent. Voyons à préſent de quelle manière ce *Feu latent* ſe manifeſte ; c'eſt-à-dire, d'où procède la majeure partie de l'augmentation de *Chaleur* qu'éprouve cette *Eau* où les *Vapeurs* viennent ſe décompoſer.

157. Une certaine portion des *Vapeurs* formées dans le *premier* Vaſe, ſavoir celle qui ne s'eſt pas décompoſée en chemin, ou qui s'y eſt recompoſée, arrive à l'*Eau*, Particule à Particule, comme y arriveroient des Particules impalpables de *Sel*; & elles s'y décompoſent auſſi, comme le feroient ces dernières, par le changement d'état de leurs Ingrédiens. L'*Eau* d'abord s'unit à l'*Eau:* mais il y avoit plus que de l'*Eau* dans ces Particules; elles jouiſſoient auparavant d'une Faculté expanſive qu'elles ont perdue; elles tenoient cette Faculté du *Feu*, puiſque l'*Eau* dont elles s'étoient détachées avoit perdu de la *Chaleur* par leur départ: elles ne cèdent donc à la nouvelle *Eau*, que ce qu'elles avoient enlevé à leur Source. Telle

eſt, ce me ſemble, la conſéquence immédiate de cette ſuite de Faits. Par où l'on voit, que la Doctrine des *Capacités* ne ſauroit y être appliquée; car la *Capacité* des *Vapeurs*, qui ne peut être ici que celle de leur Subſtance même, eſt abſolument nulle; les Pores de leurs Particules étant trop petits pour contenir du *Feu*. Ainſi toute la *Chaleur* qui réſulte de leur entrée dans l'*Eau*, vient uniquement du *Feu* qui en faiſoit partie, & qui devient *libre* à leur décompoſition. C'eſt du Phénomène *igné* des *Vapeurs aqueuſes* ainſi analyſées, que je paſſerai aux Phénomènes de même genre des *Fluides aëriformes*; après avoir indiqué le réſultat final des Expériences de M. WATT, pour fixer les Idées ſur la quantité de *Chaleur* qui peut être produite par la *décompoſition* des *Fluides expanſibles*.

258. Par un terme moyen entre nombre d'Expériences ſemblables à celle que j'ai décrite, le Phénomène de la *Chaleur latente* des *Vapeurs aqueuſes* peut être exprimé de la manière ſuivante. « Si la quantité de *Feu* qui « devient *latente* dans une certaine maſſe de « *Vapeurs* produites par l'Eau qui bout, le « Baromètre étant à 30 pouces anglois ($28 \frac{1}{8}$ « de Fr.); devenoit *libre* dans une Subſtance « non-évaporable, de même *Capacité* & Peſan-

« teur spécifique que l'*Eau*, elle éléveroit de « 943° de *Fahr.* (419½ des miens) la Tempé« rature d'une Masse de cette Substance égale « à celle de l'*Eau* contenue dans ces *Vapeurs* ». Voilà donc une Source très-considérable de *Feu*; & cependant elle est bien inférieure à celle que nous avons découverte par la décomposition artificielle de l'*Air déphlogistiqué* avec l'*Air inflammable*, dont la première, maintenant déterminée, va nous fournir une idée comparative.

259. L'Expérience d'où je partirai est bien connue aujourd'hui; c'est celle où l'on allume, par l'Etincelle électrique, un mélange des deux *Airs* séparés de l'Air extérieur par une Colonne de Mercure. La forme que prennent instantanément les Substances sensiblement pesantes des deux *Airs*, est celle d'une *Vapeur*, douée d'une telle expansibilité qu'elle repousse fortement le Mercure. Cette *Vapeur*, qui contient en *Eau* toute la masse sensible des Airs, a tout le *Feu latent* dont je viens d'indiquer la quantité dans celle de l'Eau bouillante: car elle est absolument dans le même état; puisqu'elle repousse seule le Mercure sous la pression de l'*Air*; & qu'en général, c'est elle qui produit l'*Explosion*, dans tous les cas où celle-ci a lieu par la

combuſtion de l'*Air inflammable*. Et cependant, cette *Vapeur* ſi expanſive eſt bien loin de contenir tout le *Feu* libéré au moment où elle ſe forme ; car il s'en échappe de toute part, & avec une telle abondance, qu'il ſe décompoſe en partie ; comme on le voit par la *Lumière* qui s'échappe.

260. La décompoſition qui ſe fait de l'*Air déphlogiſtiqué* dans certaines Combuſtions (par exemple, dans la Lampe d'*air inflammable* (§ 200), (ou dans celle de M. ARGAND, qui revient au même) eſt très-analogue à celle des *Vapeurs aqueuſes* décrite ci-deſſus ; & elle montre plus immédiatement encore, la grande abondance du *Feu latent* contenu dans les deux *Airs*. Il s'établit un Courant d'*Air atmoſphérique* le long de la Flamme de ces Lampes, par la diminution de peſanteur ſpécifique de la portion de la colonne qui eſt au-deſſus d'elle ; & alors toutes les Particules d'*Air déphlogiſtiqué* qui viennent en contact avec l'*Air inflammable* dans ſon état de *Chaleur brûlante* (ou mêlé d'une grande quantité de *Feu libre*) ſe décompoſent avec des Particules de ce dernier *Air* ; la *Vapeur aqueuſe* qui ſe forme de leur Subſtance purement *grave* & d'une quantité ſuffiſante de *Feu latent*, s'élève bientôt, ſe décompoſe ſoudainement, & ſe recompoſe dans un état plus rare ;

& le *Feu* ſurabondant, après avoir *brillé* dans le lieu même d'où il s'élance, manifeſte ſa quantité, par la *Chaleur* qui ſe répand aux environs.

261. Tel eſt le Fait fondamental d'après lequel je conjecture, que tout *Fluide aëriforme* a le *Feu* pour *Fluide déférent*. Tous ces *Fluides* ont les mêmes propriétés méchaniques, à la différence près de leur Peſanteur ſpécifique; ce qui indique la même eſpèce de Mouvement, & fait préſumer la même cauſe motrice immédiate. Plus le *Feu* ſe trouve chargé d'autres Subſtances, plus ſon Mouvement propre doit être ralenti; ce qui ſuffit pour expliquer les différences de peſanteur ſpécifique de ces Fluides: &, quant à leurs différences chymiques, elles proviennent de celles des *Affinités* propres des diverſes Subſtances qui les compoſent avec le *Feu*. Une plus grande attention aux Phénomènes chymiques, & quelques circonſtances heureuſes, ayant reformé notre Logique ſur la liaiſon des Effets aux Cauſes, nous ont enlevé par-là beaucoup de Connoiſſances prétendues; & chaque jour nous decouvrons, combien de Circonſtances de ces Phénomènes, inconnues à nos prédéceſſeurs, manquent encore d'explication. La plupart de ces circonſtances ſe lient, ou peuvent ſe rapporter, à la production ou décompo-

ſition de *Fluides expanſibles*; & preſque toujours alors, il y a quelque variation dans la *Chaleur*. N'eſt-ce donc pas là une nouvelle raiſon de penſer que le *Feu* ſe trouve intéreſſé dans tout ce qui concerne la naiſſance ou la deſtruction de ces *Fluides ?*

262. Il peut ſe faire des décompoſitions de Subſtances qui contenoient du *Feu*, ſans que pour cela on obſerve une augmentation ſenſible dans la *Chaleur*; & d'un autre côté il peut ſe former de nouvelles Subſtances où le *Feu* entre comme ingrédient, ſans que la *Chaleur* diminue d'une manière qui attire l'attention. Ces cas ſont ceux, où les deux Modifications contraires s'opèrent ſimultanément : cas très-communs dans les opérations chymiques, où preſque toujours, les décompoſitions ſont opérées par des *Affinités* qui produiſent de nouvelles Compoſitions. Cependant comme il n'eſt guère préſumable, qu'il ſe faſſe une compenſation abſolue entre les effets oppoſés de ces changemens dans la quantité du *Feu* libre, les moindres Phénomènes de *Chaleur* qui ſe manifeſtent dans les Subſtances intéreſſées à ces opérations, deviennent très-importans; puiſqu'ils peuvent n'être que la quantité dont un certain changement dans la *Chaleur* ſurpaſſe le changement con-

traire. C'eſt principalement pour établir cette poſſibilité, que j'ai analyſé les Phénomènes des *Refroidiſſemens artificiels* ; où les changemens obſervés dans la *Chaleur*, doivent néceſſairement être les réſultats de pluſieurs Cauſes qui tendent en ſens contraire à la changer. Ainſi le Chymiſte doit toujours marcher le *Thermomètre*, comme la Balance, à la main. Et de même que la Meſure des *Poids* ne ſauroit être trop délicate, pour appercevoir l'acceſſion ou le départ des Subſtances ſubtiles ; de même la Meſure de la *Chaleur* ne ſauroit être trop ſenſible ni trop exacte, pour indiquer les Modifications qu'éprouve le *Feu*.

263. Malheuſement, les petits changemens de *Chaleur* qui arrivent dans les aſſemblages de Subſtances où les *Affinités* produiſent des compoſitions & décompoſitions, ſont bientôt effacés par les Vaſes & les autres Subſtances voiſines : & de plus, on eſt ſouvent obligé d'aider ces opérations par un *Feu* étranger dont la quantité n'eſt pas connue ; ce qui empêche, dans un grand nombre de cas, qu'on ne puiſſe ſuivre le *Feu* comme à la piſte, & découvrir toutes ſes métamorphoſes. Cette conſidération m'a fait prendre le plus grand intérêt à l'Appareil de MM. LAVOISIER & DE LA

PLACE, & desirer beaucoup qu'il soit pris en considération par les Chymistes; afin que l'habitude de l'employer en rende l'usage facile, & que l'Expérience conduise à remplir toujours mieux les vues bien importantes de ses Inventeurs. Car avec un tel Appareil, après avoir déterminé, par des Expériences préliminaires, la quantité du *Feu* produit par une certaine Source, on emploieroit celle-ci à chauffer les Substances qui ont besoin de *Feu* étranger pour subir certains changemens; & la quantité de *Glace* fondue durant l'opération conduiroit à connoître quelle quantité de *Feu* ces Substances ont, ou absorbée, ou fournie au contraire elles-mêmes.

264. J'ai rassemblé dans ce CHAPITRE sous des points de vue généraux, tout ce que mes Observations & Expériences m'ont fait naître d'Idées, sur la Nature du Feu, ses Effets & ses Modifications. Il ne manque à cet exposé; comparativement à l'Ouvrage que j'allois publier avant de songer à celui-ci; que des examens plus approfondis d'autres Systêmes, des détails d'Expérience, & des extensions de conséquences: ainsi j'espère que cette première publication sera suffisante, pour faire naître des Idées chez quelques Observateurs. Elle aura même

même un avantage qui compenſera ces différences. Car il n'entroit pas dans mon premier plan, d'y traiter de l'*Électricité*; parce que je voulois en faire un Ouvrage à part. Cependant rien n'eſt plus lié, par analogie, & même par entrelacement de Cauſes, que les Phénomènes *électriques*, avec tous ceux dont j'ai traité juſqu'ici; & le plan abrégé que j'ai formé pour cet Ouvrage, pouvant s'étendre à l'expoſition des principaux Phénomènes qui établiſſent cette liaiſon, m'a engagé à l'entreprendre dès-à-préſent.



CHAP. III.

Du Fluide électrique.

Section I.

Des Analogies & Différences du Fluide électrique *avec les* Vapeurs aqueuses.

265. J'ai rangé le *Feu* dans la Classe des *Vapeurs*, à cause de l'*union foible* de son *Fluide déférent* (la *Lumière*) avec sa Substance purement *grave* (la *Matière du Feu*); espèce d'union d'où résultent les Phénomènes généraux de cette Classe, & en particulier ceux du *Feu*. Mais on ne peut suivre ces derniers Phénomènes, sans une grande attention & une analyse critique des circonstances qui les accompagnent; ce qui pourroit faire naître des doutes sur mon Système, si le *Fluide électrique*, dont toutes les Modifications sont indiquées par des Phénomènes distincts & saillans, ne nous mettoit en main un Fil pour nous conduire dans ce Labyrinthe des Phénomènes du *Feu*. Ce fut l'im-

preſſion que je reçus à cet égard dès l'inſtant où je ſaiſis la Théorie de M. VOLTA ſur les *Influences électriques*, qui me ramena aux Expériences de ce dernier genre. Je vais indiquer les conſéquences que j'en ai tirées juſqu'ici, en commençant d'abord par énoncer les *Analogies* & *Différences* du *Fluide électrique* avec les *Vapeurs aqueuſes*; & montrant enſuite leurs Effets dans les Phénomènes de ce *Fluide*.

266. *Prem. Anal.* Comme les *Vapeurs aqueuſes* ſont compoſées d'un *Fluide déférent* (le *Feu*) & d'une Subſtance purement *grave* (l'*Eau*); de même le *Fluide électrique* eſt compoſé, d'un *Fluide déférent*, que je nommerai le *Fluide déférent électrique*, & d'une Subſtance purement *grave*, qui ſera la *Matière électrique*. Je ne m'arrête plus à juſtifier la ſuppoſition de Subſtances, dont l'exiſtence ne peut être immédiatement prouvée en les rendant perceptibles par elles-mêmes, c'eſt-à-dire, comme exiſtant iſolées; ayant traité dans la Ire Section du Chapitre précédent, l'objet général des Subſtances qui ne ſe manifeſtent que par leurs Phénomènes.

267. *Sec. Anal.* Comme les *Vapeurs aqueuſes* ſe décompoſent en partie, lorſqu'elles arrivent à une trop grande denſité, & qu'alors leur *Fluide déférent* (le *Feu*) ſe manifeſte, de même,

quand le *Fluide électrique* arrive à une trop grande denſité, il ſe décompoſe en partie, & ſon *Fluide déférent* ſe manifeſte. J'expliquerai dans la ſuite, comment les Phénomènes *phoſphoriques* & *ignés* du *Fluide électrique*, dépendent de cette circonſtance.

268. *Troiſ. Anal.* Comme le *Feu*, *Fluide déférent* des *Vapeurs aqueuſes*, abandonne l'*Eau* à laquelle il ſe trouve uni dans ces *Vapeurs*, dès que quelque Corps moins *chaud* qu'elles vient dans leur voiſinage : de même, mais avec bien plus de rapidité, le *Fluide déférent électrique* poſſédé par un Corps, quitte en partie la *Matière électrique* à laquelle il ſe trouve uni, pour ſe porter vers un Corps qui en a proportionnellement moins, ſuivant certaines Loix.

269. *Quatr. Anal.* Comme le *Feu* des *Vapeurs aqueuſes*, traverſe tous les Corps pour rétablir l'équilibre de *Température* qui fait l'objet de l'*Analogie* précédente; dépoſant l'*Eau* à la ſurface des Corps qu'il pènètre : de même, mais inſtantanément, le *Fluide déférent électrique* traverſe tous les Corps pour rétablir l'équilibre qui le concerne; dépoſant auſſi la *Matière électrique* ſur le Corps qu'il a traverſé : mais différemment, ſuivant la nature des Subſtances.

270. *Cinq. Anal.* Comme le *Feu* & l'*Eau* qui composent les *Vapeurs aqueuses*, quoique privés dans cet état de l'exercice de leurs Facultés distinctives, continuent néanmoins à jouir de leurs Tendances & Affinités propres, par lesquelles s'opèrent les Phénomènes *hygroscopiques*: de même les Ingrédiens du *Fluide électrique*, malgré leur union, jouissent de leurs Tendances & Affinités propres; d'où résultent la plupart des Phénomènes *électriques*.

271. *Six. Anal.* La *Matière électrique* en particulier, conserve donc ses Affinités propres dans son *Fluide*, comme l'*Eau* conserve les siennes dans les *Vapeurs*; mais ces deux Substances ont de plus une autre Analogie très-remarquable. Comme les *Affinités* de l'*Eau*, qui produisent les Phénomènes *hygroscopiques*, s'exercent sans *choix*; de même les *Affinités* de la *Matière électrique* avec les autres Substances, s'exercent aussi sans *choix*.

272. *Sept. Anal.* Quand le *Feu* abandonne une masse de *Vapeurs aqueuses* pour rétablir l'équilibre de *Température*, il en reste néanmoins davantage dans le lieu où il y a le plus de ces *Vapeurs*; mais une portion de ce *Fluide* est *latente*; c'est-à-dire, qu'elle n'exerce pas ses Fa-

cultés diſtinctives : de même, quand l'équilibre de *Fluide déférent électrique* eſt établi entre les Corps voiſins ; ceux qui ont proportionnellement plus de *Matière électrique*, contiennent le plus de ce *Fluide déférent* ; mais cet excès auſſi eſt *latent* dans le *Fluide électrique*.

273. *Huit. Anal.* Enfin, comme deux maſſes de *Vapeurs aqueuſes* peuvent être en équilibre de *Force expanſive*, quoique l'une contienne moins d'*Eau* que l'autre (proportionnellement à ſon Volume), pourvu qu'en même tems elle contienne plus de *Feu* : de même deux maſſes de *Fluide électrique* peuvent être en équilibre de *Force expanſive*, quoique l'une ait une moindre quantité proportionnelle de *Matière électrique*, pourvu qu'en même tems ſa quantité de *Fluide déférent* ſoit plus grande.

Telles ſont les *Analogies* entre le *Fluide électrique* & les *Vapeurs aqueuſes* ; je paſſe maintenant à leurs *Différences*.

274. *Prem. Différ.* Celle-ci concerne la *troiſ. Analogie*, & la modifie eſſentiellement. Quand le *Feu* quitte l'*Eau* des *Vapeurs aqueuſes* pour rétablir l'équilibre de *Température*, il n'obéit qu'à ſa Tendance à l'expanſion ; de ſorte qu'il

reste libre, & s'étend jusqu'à ce qu'il soit en équilibre. Mais quand le *Fluide déférent électrique* quitte la *Matière électrique*, pour rétablir l'espèce d'*équilibre* qui le concerne; il est déterminé à ce Mouvement, par sa *Tendance* vers toutes les Substances, & parceque dans ce moment, il y en a quelqu'une dans le Voisinage qui en possède proportionnellement moins que celle dont il se sépare.

275. *Sec. Differ.* Celle-ci regarde la *six. Analogie*, ou l'*Affinité* sans *choix* qu'exercent l'*Eau* & la *Matière électrique*. Mais il y a encore ici des différences très-caractéristiques. Et d'abord cette *Affinité* de l'*Eau*, n'a de rapport qu'aux Substances *hygroscopiques :* au lieu que l'*Affinité* analogue de la *Matière électrique*, regarde toutes les Substances sensibles, & par conséquent aussi les Fluides atmosphériques grossiers.

276. *Trois. Differ.* Et de plus; l'*Affinité* de l'*Eau* avec les Substances *hygroscopiques*, ne s'exerce qu'au contact: il y a même lieu de douter, si, entre les Substances qui se partagent l'*Eau* répandue dans un espace, quelques-unes ne la *sucent* point, pour ainsi dire, par un effet semblable à celui des *Tuyaux capillaires*, sans qu'il y ait d'*Affinité chymique* proprement dite:

quoiqu'elles exercent par ce moyen la même influence hygroſcopique que celles qui agiſſent par *Affinité* réelle, toujours auſſi au *contact.* Mais la *Tendance* analogue de la *Matière électrique* avec tous les Corps, s'exerce *à diſtance*; & ſeulement a des diſtances très-différentes ſuivant la nature des Corps.

277. Ces *Différences* générales, ſont les ſeules qui diſtinguent le *Fluide électrique* d'avec les *Vapeurs aqueuſes*; & cependant elles ſont telles, par leurs Effets, que les *Analogies* n'avoient pas même été apperçues juſqu'ici. J'établirai ces Propriétés du *Fluide électrique*, en parcourant ſes Phénomènes, que je rangerai dans les Claſſes ſuivantes: 1°. La diſtinction des Subſtances en *conductrices* & *non-conductrices.* 2°. L'*Excitation.* 3°. Les Phénomènes de la *Bouteille de Leyde.* 4°. Les *Influences électriques.* 5°. Les *Mouvemens électriques.* 6°. Les *Figures* tracées par la Pouſſière ſur les Corps électriſés. 7°. Les différences de Faculté *conductrice* des différens *Vuides.* 8°. Les Phénomènes *phoſphoriques* & *ignées* produits quelquefois par le *Fluide électrique.* En parcourant ce champ, je décrirai quelques Appareils néceſſaires à l'Analyſe des Phénomènes électriques.

SECTION II.

Des Substances conductrices & non-conductrices; *de l'*Excitation; *& des Propriétés distinctives de la* Matière électrique *& de son* Fluide déférent.

278. DE la Propriété assignée ci-dessus à la *Matière électrique*, savoir; de tendre à distance vers tous les Corps, mais à de grandes différences de *distance* suivant leur nature, naît immédiatement la différence des Substances *conductrices* & *non-conductrices* du *Fluide électrique*; différence d'où résultent de grands Phénomènes, indépendamment des Propriétés *non-isolante* ou *isolante*, qui distinguent le plus sensiblement les deux classes de Substances. La *Matière électrique* tend en général à une assez grande distance vers les Substances *conductrices*; mais arrivée auprès d'elles, elle n'y adhère pas, & reste libre de se mouvoir autour de ces Substances, entraînée par son *Fluide déférent.* Elle ne tend au contraire en général qu'à une très-petite distance vers les Substances *non-conductrices*; mais arrivée au contact, elle y adhère & ne peut être entraînée par son *Fluide déférent.*

279. Telle eſt donc proprement l'eſſence de la Faculté *iſolante* des Subſtances *non-conductrices*, & leur différence d'avec les Subſtances *conductrices*; de ſorte qu'il n'y avoit rien de réel dans cette diſtinction imaginée, de Subſtances *électriques par elles-mêmes* & *électriques par communication*. Le *Fluide électrique* exiſte, par des Cauſes qui n'ont aucun rapport avec ces Subſtances. Mais quand il ſe porte, de quelle manière que ce ſoit, auprès d'un Corps *non-conducteur*, & qu'il arrive au contact d'un de ſes points; ce point en reçoit autant qu'il peut en recevoir de la ſource qui en fournit; mais il n'en communique pas, ou n'en communique qu'avec beaucoup de lenteur, aux parties voiſines. C'eſt par-là que les Subſtances *non-conductrices* ne permettent que des changemens lents dans les Corps *conducteurs* qui ont été tirés de l'état *électrique* commun aux Subſtances voiſines, ſoit en y accumulant du *Fluide électrique*, ſoit en leur enlevant une partie de celui qu'ils avoient en commun avec ces Subſtances. C'eſt par-là auſſi, que lorſqu'on veut communiquer du *Fluide électrique* à une ſurface *non-conductrice*, il faut, ou faire communiquer ſa Source à tous les points de cette ſurface, ou, plus ſimplement, la couvrir d'une lame *conduc-*

trice, qui y tranſmette le *Fluide électrique* partout à la fois. Cette lame, qu'on peut appeller *Armure*, eſt néceſſaire par la même Cauſe, pour enlever tout à la fois une certaine quantité de *Fluide électrique* d'une Surface *non-conductrice.*

280. De cette Propriété des Subſtances *non-conductrices*, d'*engourdir* pour ainſi dire le *Fluide électrique* au lieu même où il arrive, réſulte encore; 1°. qu'il peut, en certains cas, s'accumuler beaucoup ſur l'une des faces d'une lame *non-conductrice*; 2°. qu'il y demeure très-longtems, ſi l'Air environnant n'eſt pas mêlé de Vapeurs aqueuſes; 3°. enfin, que lorſqu'il eſt déterminé tout-à-coup à quitter cette ſurface, toujours couverte de ſon *Armure*, ſon Courant eſt de beaucoup plus denſe qu'il ne ſauroit l'être dans aucun cas, en partant d'une égale ſurface de Subſtance *conductrice.*

281. De la Propriété oppoſée des *Conducteurs*; ſavoir, de ne point fixer le *Fluide électrique*, réſulte une circulation continuelle de ce *Fluide* autour d'eux. En général, ſi le *Fluide électrique* n'avoit point de tendance vers les Corps, nous ne l'appercevrions pas, & même peut-être n'appartiendroit-il à notre Globe qu'à l'inſtant de ſa formation. Car ſon Mouvement

propre eſt ſenſiblement en ligne droite, & ſa vîteſſe eſt ſi grande, que nous n'avons pu encore la déterminer; de ſorte que probablement il fuiroit la Terre dès qu'il ſeroit formé; à moins que par la rapidité même du Mouvement qu'il auroit alors, il ne ſe décomposât, & ne laiſsât échapper ainſi la *Lumière*, qui eſt ſa première baſe & ſon *Véhicule*, comme elle l'eſt de tous les autres *Fluides atmoſphériques*. Mais il eſt conſtamment aſſervi à toutes les Subſtances de notre Globe, y compris les *Fluides atmoſphériques* groſſiers. A l'égard des *Conducteurs*, vers leſquels ſa Tendance n'augmente que dans une progreſſion peu croiſſante à meſure qu'il s'en approche, leur plus grand effet ſur lui eſt de le retenir juſqu'à un certain point. Il y obéit donc aux deux Cauſes de ſes Mouvemens; la première qui l'entraîneroit en ligne droite, la dernière qui le retient auprès de ces Corps: & de la combinaiſon de ces deux Mouvemens, réſulte une ſorte de *circulation* de ce *Fluide* autour des *Conducteurs*, par des Cauſes analogues à celles qui retiennent les Planètes dans leurs Orbites. Son ſéjour ſur les Conducteurs, ou ſa fuite, dépendent donc du rapport de ſon degré de *Vîteſſe*, avec les Courbures autour deſquelles ſa route doit être fléchie. Si ces Courbures ſont trop bruſques, il s'échappe par

la Tangente ; ſi elles ne le ſont pas, il les ſuit, comme le font en pareil cas les Liquides, avec cette différence ſeulement, que ceux-ci, obéiſſant à une impulſion toujours dirigée vers le Centre de la Terre, ſont bientôt contraints à lui céder ; au lieu que les Particules du *Fluide électrique*, n'ayant d'autre détermination ſenſible de leur direction, que celle qui réſulte de la poſition actuelle de leur *Axe*, continuent à ſe mouvoir dans cette direction, dès que leur route a été fléchie vers le *Conducteur* qui les poſsède. De ſorte que, par cette Cauſe, jointe à ſa Tendance à grande diſtance vers les *Conducteurs*, qui diſtingue encore ici le *Fluide électrique* des Liquides ; il ſuit en tout ſens leurs contours, lorſqu'ils ne ſont pas trop *bruſques*.

282. Plus le *Fluide électrique* eſt accumulé auprès d'un *Conducteur*, moins les Courbures de celui-ci doivent être ſenſibles pour qu'il y reſte en totalité : car ſon Courant ayant alors quelque *épaiſſeur*, les Particules les plus éloignées ont moins de tendance vers le Corps ; par où elles s'en éloignent plus aiſément aux points où leur route dévroit être fléchie, pour ſuivre leur direction naturelle. Quelquefois il part bruſquement en forme d'Éclair des Conducteurs ſurchargés ;

mais le plus ſouvent il s'échappe en *Aigrettes*, compoſées de Filets qui ſe ſont entrechoqués au point commun de départ. Durant cet inſtant de liberté, il ſe meut en ligne droite; à moins que quelque Corps *conducteur* ne ſoit dans le voiſinage, vers lequel il tend alors dès qu'il en eſt devenu aſſez voiſin; ce qui fait converger les *Aigrettes*. Mais ſoit qu'il tende vers quelque Corps ſenſible, ou qu'il ſe mêle à l'*Air*, il reſte bien peu de tems en liberté; car bientôt il redevient Satellite de quelque autre Corps, & en particulier des Fluides atmoſphériques.

283. C'eſt ainſi que toutes les Subſtances de notre Globe ont d'ordinaire leur *portion* du *Fluide électrique* actuellement exiſtant, qu'elles poſsèdent chacune ſuivant ſa nature; c'eſt-à-dire, que ce *Fluide* circule entre les Subſtances *conductrices*, & qu'il reſte comme engourdi ſur les Subſtances non-conductrices. Mais malgré cette différence dans ſon état. il y a équilibre entre toutes les Subſtances à ſon égard, bien plus généralement & plus complettement qu'à l'égard de l'*Humidité*. Ces deux équilibres cependant ſont de même genre; c'eſt-à-dire d'abord, qu'ils conſiſtent en ce qu'aucune des Subſtances ne tend à enlever la *portion* d'une autre; & de plus, en ce que les Subſtances

non-conductrices reçoivent par l'*Air* leur portion du *Fluide électrique*, comme les Subſtances *hygroſcopiques* reçoivent leur portion de l'*Eau* locale par le *Feu* (§ 27). Les Particules de l'*Air* qui viennent au contact des Corps, enlèvent du *Fluide électrique* à ceux qui peuvent leur en céder, & en cèdent à ceux qui peuvent leur en prendre, juſqu'à ce que l'équilibre ſoit établi entre l'*Air* & les Subſtances qu'il environne. Quant à la quantité *abſolue* du *Fluide électrique*, nous ne la connoiſſons pas mieux que celle du *Feu*; & de plus elle n'a aucun de ces *Points fixes*, que nous avons dans les degrés de Force expanſive du *Feu*. Nous connoiſſons ſeulement, le point où toutes les Subſtances d'un lieu ont une quantité proportionnelle de *Fluide électrique*; ce qui eſt leur état ordinaire : mais la quantité abſolue qui leur eſt diſtribuée peut varier, ſans que nous l'appercevions (du moins juſqu'ici) par aucun ſigne certain.

284. Auſſi long-tems donc que le *Fluide électrique* eſt également diſtribué entre les Subſtances ſenſibles, nous ne l'appercevons lui-même à aucun Signe; & c'eſt ce Signe négatif qui nous indique l'égale diſtribution. C'eſt donc là un Exemple frappant de notre inca-

pacité de connoître l'exiſtence de certaines Subſtances, autrement que par leurs Effets reconnus. Les ſeuls Phénomènes que nous connoiſſions juſqu'ici comme dépendans ſûrement du *Fluide électrique*, n'ont lieu que par une rupture d'équilibre, produite quelquefois par des Cauſes naturelles, mais que nous pouvons auſſi produire artificiellement. Quelques Phyſiciens ont nommé *Excitation*, les moyens par leſquels nous accumulons du *Fluide électrique* ſur des Conducteurs iſolés, & dont le principal eſt la *Machine électrique*. Tous ces procédés ont ceci de commun; qu'il y a Frottement de deux Subſtances, dont une au moins ſe trouve enſuite avoir acquis, ou perdu, du *Fluide électrique*; & que ſi aucune des deux n'a eu communication avec le *Sol*, ſource inépuiſable de ce *Fluide*, il n'arrive jamais que l'une en ait acquis, ſans que l'autre n'en ait perdu. On y remarque auſſi de deux choſes l'une; ou que les Subſtances frottées l'une par l'autre ont différentes facultés conductrices; ou que de deux Subſtances également *non-conductrices*, l'une a été fortement frottée ſur un point, par l'autre qui y paſſoit rapidement. D'où je ſuis porté à conclurre; que l'effet général du Frottement, eſt d'agiter le *Fluide électrique*; & que dans un inſtant d'*indétermination*, l'une des Subſtances en retient plus que l'autre;

l'autre; ſoit parce que le *Fluide électrique* s'y porte à une diſtance un peu plus grande; ſoit parce qu'elle le tranſmet plus promptement à ſes parties éloignées; ſoit enfin, parce qu'elle entraîne en fuyant, le *Fluide* qu'elle a été plus prête à ſaiſir. Si dans ce dernier cas cette Subſtance rencontre un Corps *conducteur*, elle lui tranſmet bientôt ſa ſurcharge; & ſi l'autre Subſtance eſt en communication avec le Sol, elle répare bientôt ſa perte: de ſorte que la même opération ſe répète quand la première Subſtance vient la frotter de nouveau. C'eſt-là le cas de la *Machine électrique*, notre principal moyen de rompre l'Equilibre *électrique* entre un *Conducteur iſolé* & le *Sol* ou l'*Air ambiant.* Je nommerai dans la ſuite *électriſation*, cette rupture d'équilibre; de ſorte qu'*électriſer* un Corps, ſera le tirer, dans l'un ou l'autre ſens, de l'*état électrique* des Corps voiſins.

285. Ces différences dans la diſtance à laquelle le *Fluide électrique* tend vers différentes Subſtances, procèdent d'un ſeul de ſes Ingrédiens, ſavoir la *Matière électrique*; car ſon *Fluide déférent* ſuit de tout autres Loix, dont les principales ſont celles-ci. 1°. Il tend de plus loin vers toutes les Subſtances, que la *Matière électrique* ne tend vers aucune. 2°. Sa Ten-

dance, comme celle de la *Matière électrique*, est toujours, du Corps qui en a le plus à ceux qui en ont le moins. 3°. Toutes choses d'ailleurs égales, le Corps qui a le plus de *Fluide électrique*, a le plus de *Fluide déférent*. 4°. La Tendance de ce dernier vers d'autres Corps, comme celle de la *Matière électrique*, diminue, à mesure que ceux-ci sont plus éloignés. 5°. Ce *Fluide* a une Affinité particulière avec la *Matière électrique*, & c'est par leur union que se forme le *Fluide électrique*; mais cette union est très-foible; de sorte que le *Fluide électrique*, plus encore que les *Vapeurs aqueuses* (§ 11), est dans un état perpétuel de décomposition & recomposition. 6°. Enfin, & par une conséquence de la Loi précédente, une même quantité de *Matière électrique* appartenant à un même Corps, a plus ou moins de Force expansive en tant que *Fluide électrique*, lorsqu'elle est jointe à plus de *Fluide deférent*; ce dont j'ai montré la Cause dans les modifications semblables des *Vapeurs aqueuses*.

Telles sont les *Loix* générales, tant de la *Matière électrique* & de son *Fluide déférent*, que du *Fluide électrique* produit par leur réunion : j'aurai occasion de les développer plus particulièrement, en les faisant appercevoir dans d'autres Phénomènes.

SECTION III.

Des Phénomènes de la Bouteille de Leyde, *ou du* Tableau magique.

286. C'EST dans le Phénomène général des *Influences électriques*, que se montre le plus évidemment l'Analogie du *Fluide électrique* avec les *Vapeurs aqueuses*, ou sa nature de *Vapeur*. J'ai dit ci-devant, que je devois à la Théorie de M. VOLTA d'avoir apperçu cette Analogie; mais je vais indiquer ici, celle de ses Loix qui me l'a fait appercevoir. On avoit découvert depuis long-tems l'*Influence* qu'ont les Corps *électrisés* sur les Corps voisins, & même on en avoit assez bien déterminé les Loix. Mais cette découverte avoit peu avancé la Théorie générale des Phénomènes électriques; parce qu'on n'avoit pas apperçu une autre circonstance, qui, observée par M. VOLTA, lia bientôt à ses yeux dans une même Théorie, un grand nombre de Phénomènes qui jusqu'alors n'étoient liés à rien. Cette circonstance, à laquelle aussi je reconnus tout-à-coup une des Allures des *Vapeurs aqueuses*, est celle des Modifications qu'éprouve lui-même le Corps *électrisé*, lorsqu'il modifie l'*état électrique* des Corps voisins.

Ainſi, par exemple, quand un Corps électriſé *poſitivement*, a réduit à l'état *négatif* un Corps voiſin qui étoit en communication avec le Sol; l'état *poſitif* du premier ſe trouve *affoibli*, & il reſte dans cet état, auſſi long-tems que l'autre Corps demeure dans ſon voiſinage; mais il revient dans ſon premier état, dès qu'on éloigne ce Corps. Telle eſt la *Loi* diſtinctive de la Théorie de M. VOLTA; ſous laquelle ſe rangent par-là tous les Phénomènes des *Influences électriques*, à commencer par ceux de la *Bouteille de Leyde*, qui n'étoient auparavant ſi obſcurs, que parce qu'on ne les avoit point encore rapportés à leur vraie Cauſe: & c'eſt ſous la même Théorie que ſe rangent les Phénomènes de ces Appareils, dûs auſſi à M. VOLTA, l'*Electrophore*, le *Condenſateur* & le *Conſervateur* d'*Electricité*.

287. Mon Syſtême ſur la nature du *Fluide électrique*, explique les Loix de la Théorie de M. VOLTA; & par conſéquent il explique comme elle, tous les Phénomènes qu'elle embraſſe; mais il s'étend plus loin qu'elle, comme les Loix plus générales embraſſent plus de Phénomènes. Cette Section & les ſuivantes ſont deſtinées à le montrer; & je commencerai ici, par l'explication des Phénomènes de la *Bouteille*

de Leyde. Mais comme ceux du *Tableau Magique* font abfolument les mêmes; & que cet Appareil eft beaucoup plus propre que la *Bouteille* à les analyfer ; c'eft auffi celui que j'ai employé dans la plupart de mes Expériences, & auquel je rapporterai mes explications, en repréfentant d'abord la *Charge* du *Tableau*, par des Modifications analogues des *Vapeurs aqueufes.*

288. Je fuppofe une Lame de Verre, à la Température des corps environnans, & tapiffee d'*Eau* des deux côtés. Je fuppofe de plus, que des *Vapeurs aqueufes*, plus chaudes que cette Lame, fe portent à une de fes Faces, que je nommerai *A*. A mefure que ces *Vapeurs* arrivent au contact de la Lame, il s'en décompofe une partie; le *Feu latent* libéré fe répand dans toute la Lame, & l'*Eau* abandonnée fe joint à celle dont la Face *A* étoit déjà tapiffée. Le nouveau *Feu* qui arrive à l'autre Face *B*, y produit l'effet contraire à l'égard de la quantité d'*Eau*: car il augmente l'Evaporation fur cette Face; ce qui y diminue cette quantité. Une plus grande Evaporation fur cette Face *B*, emploie le *Feu* qui lui étoit arrivé de la Face *A*; & alors celle-ci partage de nouveau avec elle fon excédent: par où elle condenfe une nouvelle quantité de *Vapeurs*. Ces changemens oppofés,

à l'égard de la quantité d'*Eau* ſur les deux Faces, vont en s'aggrandiſſant, juſqu'à ce que la Lame ait acquis la Température des *Vapeurs aqueuſes*. Mais à ce point, ces *Vapeurs* ceſſent de ſe condenſer ſur la Face *A*: par où leur mouvement progreſſif vers elle ceſſe, & l'inégalité de diſtribution de l'*Eau* aux deux Faces eſt arrivée à ſon *Maximum*. En cet état, comme la Face *B* eſt un peu plus éloignée que la Face *A* de la Source de *Chaleur*, elle eſt un peu moins chaude, & ſes *Vapeurs* ont auſſi un peu moins de Force expanſive que celles qui arrivent à la Face *A*.

289. Tout ſe paſſe de même dans la Charge du *Tableau magique*. Les *Vapeurs aqueuſes* étrangères qui arrivent à la Lame de l'Exemple, repréſentent le Courant du *Fluide électrique* qui arrive à l'une des *Faces*, *A*, du *Tableau*. Ce Fluide, comme les *Vapeurs aqueuſes*, eſt compoſé de deux Subſtances, dont l'une ſe détache & pénètre la Lame; c'eſt le *Fluide déférent électrique*; & l'autre s'y dépoſe alors; c'eſt la *Matière électrique*. L'*Evaporation* ſur la Face *B* de l'Exemple, repréſente ce qui ſe paſſe l'égard de la *Matière électrique* ſur la Face analogue du *Tableau*: car cette *Matière*, recevant une nouvelle quantité de *Fluide déférent*, s'écoule en partie dans le Sol, par le Conducteur appli-

quée de ce côté-là ; circonſtance néceſſaire à la *Charge*. Ce départ d'une quantité de *Fluide électrique* du côté *B* du Tableau, produit ſur le côté *A*, le même effet que l'*Evaporation* dans l'Exemple ; c'eſt-à-dire, qu'il y diminue la quantité du *Fluide déférent*, & produit ainſi une nouvelle décompoſition de *Fluide électrique*, dont la *Matière électrique* ſe dépoſe ſur cette Face. Enfin le *Maximum* de *Charge*, eſt encore produit par une Cauſe analogue à celle qui le produit dans l'Exemple ; c'eſt-à-dire, qu'il a lieu, lorſque la quantité de *Fluide déférent* qui reſte au *Tableau*, laiſſe enfin à l'*Armure* de la Face *A* (par laquelle ſeule cette Face peut être modifiée) une quantité de *Fluide électrique*, qui a un même degré de *Force expanſive* que celui de la Source. Et alors auſſi ce *Fluide électrique* ſe trouve avoir plus de Force expanſive que celui qui réſide encore dans l'Armure *B*.

290. Voici donc l'état où ſe trouvent alors les différentes parties de l'Appareil. 1°. La quantité de *Matière électrique* a beaucoup augmenté ſur la Face *A*, & diminué ſur la Face *B*. 2°. L'augmentation ſur la première, eſt plus grande que la diminution ſur la dernière ; parce que la diſtance que met ent'relles l'épaiſſeur de la Lame, diminue la Tendance du *Fluide défé-*

rent arrivé à la Face *A*, à se porter à la Face *B*, à mesure que celle-ci perd de son *Fluide électrique* dans le Sol. 3°. Quoique la quantité de *Matière électrique* ait beaucoup augmenté au côté *A*, le *Fluide électrique* qui réside dans son *Armure*, n'a pas plus de Force expansive que celui de la Source qui a produit la Charge ; parce que la majeure partie de la nouvelle quantité de *Matière électrique*, a été déposée sur la Surface *non-conductrice* ; & qu'y étant privée de son *Fluide déférent*, qui a traversé la Lame, elle s'y trouve d'autant plus fixée. 4°. Quoique la quantité de *Matière électrique* ait beaucoup diminué au côté *B*, le *Fluide électrique* qui réside dans son *Armure*, a autant de Force expansive que celui du Sol ; parce qu'il possède une surabondance de *Fluide déférent*. C'est ce *Fluide* qui, en traversant la Lame, a fait passer une partie de la *Matière électrique* qui appartenoit à ce côté-là, de la surface *non-conductrice*, dans l'*Armure*, & de celle-ci dans le Sol, jusqu'à ce que cet équilibre ait été établi. 5°. Enfin, la quantité totale du *Fluide déférent* se trouve donc augmentée dans le *Tableau* ; d'abord, de tout ce qu'en contient le *Fluide électrique* surabondant dans l'*Armure A* ; & ensuite de toute la quantité qu'en possède le côté *B*, & par laquelle, avec moins de *Matière électrique*, le *Fluide électrique* contenu dans son

Armure eſt cependant en équilibre avec celui du Sol.

291. De cet état du *Tableau* après la *Charge*, découlent immédiatement les Phénomènes de cette eſpèce de *Décharge*, qu'on opère en *touchant* alternativement les deux *Armures:* par où j'entends les mettre tour-à-tour en communication avec le Sol. Un premier attouchement de l'*Armure B*, ne produiroit aucun effet; puiſque ſon *Fluide électrique* eſt déjà en équilibre avec celui du Sol. Le premier attouchement efficace ſera donc à l'*Armure A*; parce qu'il lui enlèvera la quantité de *Fluide électrique* qu'elle ſe trouvoit poſſéder par-deſſus l'état électrique du Sol. Elle ſe mettra donc alors en équilibre électrique avec lui; ayant néanmoins toujours une grande ſurabondance de *Matière électrique*, mais qui reſtera immobile ſur cette face de la Lame *non-conductrice*, manque de *Fluide déférent*. Le moyen de lui fournir une nouvelle quantité de ce *Fluide*, eſt de toucher alors le côté *B:* car la perte de celui qui vient de s'écouler dans le Sol par cette première décharge, eſt commune à tout l'Appareil; & ainſi le *Fluide électrique* de l'*Armure B*, n'eſt plus en équilibre avec celui du Sol: ſi donc on touche alors cette *Armure*, elle recevra du *Fluide électrique*, juſqu'au réta-

bliſſement de l'équilibre avec le Sol. Dans cette ſeconde opération, une partie du *Fluide électrique* qui vient du Sol, ſe décompoſe : ſon *Fluide déférent* traverſe la Lame pour ſe rendre au côté *A*; & par-là, il dépoſe de la *Matière électrique* ſur la Face *non-conductrice B*, & en détache de la Face *A*, qu'il tranſporte dans ſon *Armure* ſous la forme de *Fluide électrique :* de ſorte que l'Appareil ſe retrouve à-peu-près dans le même état où il étoit avant le premier attouchement, & que la même opération peut ſe renouveler.

292. J'ai dit qu'après cette première opération, le Tableau ne ſe retrouve qu'*à-peu-près* dans le même état où il étoit après la *Charge*; parce qu'il y a déjà un petit changement dans ſon état, procédant de la diminution de la différence qui ſe trouvoit entre les quantités de la *Matière électrique* aux deux côtés de la Lame. De la diminution de cette différence, réſulte une diminution d'intenſité dans l'effet des attouchemens alternatifs ſubſéquens ; de ſorte que la *décharge* totale ne ſe fait qu'avec beaucoup de lenteur par cette voie, ſi l'état du Milieu ne contribue pas à l'accélérer. J'indiquerai dans la ſuite le moyen que j'ai employé pour connoître à chaque pas les Modifications des deux Surfaces

non-conductrices & de leurs deux *Armures* ; par où toute cette Marche successive est rendue extrêmement évidente. La décharge rapide qui s'opère, en établissant une communication conductrice entre le côté *A* & le Sol, tandis que le côté *B* y communique aussi, n'est qu'une succession plus rapide des mêmes effets ci-dessus. Je ne m'arrêterai donc pas à ce Phénomène, & je viendrai à une autre manière de *charger* le *Tableau*, dont je montrerai encore l'Analogie avec les Modifications des *Vapeurs aqueuses*.

293. La *Matière électrique* ne s'accumulant sur la Face *A* de la Lame *non-conductrice* que parce que le *Fluide déférent* l'y dépose, en traversant la Lame pour s'unir à la *Matière électrique* de la Face opposée & l'entraîner avec lui là où il éprouve le moins de résistance, il me vint à l'esprit qu'on pouvoit employer le nouveau *Fluide électrique* formé au côté *B*, à charger le côté *A*. Pour soumettre cette conjecture à l'Expérience, j'établis une communication conductrice entre le côté *B* du *Tableau* & le Frottoir d'une Machine électrique, & une communication semblable entre le côté *A* & les Pointes qui reçoivent le *Fluide électrique* de cette Machine ; par où le *Tableau* se *chargea*, comme par la méthode ordinaire. Le Frottoir,

privé par le Verre d'une partie de son *Fluide électrique* dès que le Frottement commence en enlève aussi-tôt au côté *B* ; & le Verre apporte au côté *A* cette quantité, long-tems renaissante, de *Fluide électrique* qu'il enlève au Frottoir. Cette marche est très-évidente dans mon Appareil, où les Modifications respectives des deux Côtés du *Tableau* sont continuellement indiquées : on y voit sur-tout, que le Côté *B* perd du *Fluide électrique*, avant que le Côté *A* en acquière, & qu'il reste toujours un peu plus *négatif*, que l'autre ne devient *positif* ; comme inversement, dans la Charge ordinaire, le côté *A* est rendu plus *positif*, que le côté *B* ne devient *négatif*.

294. Pour comparer les modifications du *Fluide électrique* à celles des *Vapeurs aqueuses*, il faut toujours suppléer par quelque artifice dans ces dernières, à ce que les Propriétés distinctives du premier produisent naturellement. Ainsi, pour représenter cette *Charge* du *Tableau*, par des modifications analogues dans les *Vapeurs aqueuses* ; il faut suppléer, tant à l'*Isolement* naturel de ses deux Côtés, qu'à l'opération de la Machine qui les modifie l'un par l'autre. Pour suppléer à l'*Isolement*, je supposerai d'abord qu'une Lame de verre partage un Vase en deux Cavités ; & pour représenter l'état électrique de

la Lame *non-conductrice* du *Tableau* avant l'opération, je suppoferai de plus, que cette Lame de Verre eft *mouillée* des deux côtés. Quant à la partie de l'*Ifolement* du *Tableau*, qui confifte en ce que l'Air voifin ne modifie pas fenfiblement les commencemens de la Charge, il faut ajouter, à l'égard des *Vapeurs aqueufes*, que les deux Cavités font vuides d'Air, & que leurs Parois ne modifient pas fenfiblement les effets produits fur la Cloifon. Enfin, quant à l'opération de la Machine électrique, nous y fuppléerons par une Pompe afpirante & refoulante. Cette Pompe aura deux Valves; dont l'une, qui communiquera avec la Cavité *B*, s'ouvrira de cette Cavité vers la Pompe; & l'autre, qui communiquera avec la Cavité *A*, s'ouvrira de la Pompe vers cette Cavité. Voici maintenant les effets néceffaires d'un tel appareil mis en jeu.

295. Comme dans l'Appareil du *Tableau*, il fuffit de faire mouvoir la Machine électrique, pour faire paffer une partie de la *Matière électrique*, du Côté *B* au Côté *A* de la Lame *non-conductrice*; de même dans notre Appareil à *Vapeurs*, il fuffira de faire mouvoir la Pompe, pour faire paffer une partie de l'*Eau* qui tapiffe la Face *B* de la Cloifon, à fa Face *A*. En tirant d'abord le Pifton de la Pompe, on fera entrer dans celle-ci

une partie des *Vapeurs* formées dans la Cavité *B*; & en repoussant le Piston, ces *Vapeurs* passeront dans la Cavité *A*. Alors il se fera une nouvelle *Evaporation* sur la Face *B*, ce qui la *refroidira*; & ce *refroidissement* se communiquant à la Face *A*, elle condensera une partie des *Vapeurs* de sa Cavité. Les *Vapeurs* condensées augmenteront la quantité d'*Eau* sur cette Face; en même-tems que leur *Feu latent*, traversant en partie la Cloison, mettra l'*Eau* de la Face *B* en état de *s'évaporer* d'autant plus aisément, lorsque, par un second coup de Pompe, on soutirera de nouveau des *Vapeurs* de la Cavité *B*, pour les porter dans la Cavité *A*: par où les mêmes effets contraires seront renouvelés sur les Faces opposées de la Cloison. On voit aisément que les Cavités occupées par les *Vapeurs* représentent les *Armures* du *Tableau magique*, dans lesquelles seules aussi se trouve du *Fluide électrique* tout formé. Car à l'égard des Faces de la Lame *non-conductrice*, la *Matière électrique* y est *déposée* sans mouvement, comme l'*Eau* sur celles de la Cloison de l'Exemple.

296. Rien ne sauroit donc être plus analogue, que les deux Opérations que je viens de décrire, dès qu'on a suppléé artificiellement, aux conséquences des Propriétés distinctives des deux

Eſpèces de *Vapeurs*. Mais je dois faire remarquer maintenant, dans les parties analogues même de ces Opérations, d'autres différences, provenant de celles que j'ai indiquées dans les degrés des Propriétés analogues de leurs *Vapeurs* reſpectives. Et d'abord, quant à la durée des opérations, celle de la Charge du *Tableau* eſt très-prompte; parce que le *Fluide déférent électrique* traverſe en un inſtant tous les Corps pour obéir à ſes Loix d'équilibre : tandis que l'opération du tranſport de l'*Eau* d'une Face à l'autre de la Cloiſon ſeroit lente; parce que le *Feu* traverſe fort lentement les Corps. De cette même différence de degré entre les Propriétés analogues des deux *Fluides déférens*, il réſulte encore qu'on ne pourroit point produire une *décharge* ſoudaine de la Cloiſon de Verre (c'eſt-à-dire, un retour ſoudain de l'*Eau* excédente ſur la Face *A*, à la Face *B*) comme on le fait à l'égard de la *Matière électrique* dans le *Tableau*, en établiſſant ſeulement une communication conductrice entre les deux *Armures*. Mais, à la rapidité près (qu'on ne ſauroit produire, parce qu'on ne peut forcer le *Feu* à traverſer plus promptement la Cloiſon) on peut imiter cette décharge du *Tableau*, en ſuppléant par artifice à la Tendance qu'a le *Fluide électrique* à ſe porter le long du Conducteur de

l'*Armure A* à l'*Armure B*, aussi long-tems qu'il y en a plus dans la première que dans la dernière. Il suffiroit pour cela d'établir une communication, de la Cavité *A* à la Cavité *B*, & une Cause quelconque qui portât les *Vapeurs* de la première à la dernière, jusqu'à ce que la quantité d'*Eau* fût égale sur les deux Faces de la Cloison. Car le *Feu* prendroit alors la route contraire à celle de la première opération; comme le *Fluide déférent électrique* la prend dans la *décharge* du *Tableau*. C'est par lui que cette décharge s'opère, & en voici la marche. Avant qu'on établisse la communication conductrice, le *Fluide déférent* est en équilibre entre les deux côtés du *Tableau*, suivant ses Loix, & l'état respectif de ces deux Côtés quant à la quantité de *Matière électrique*. Dès que la communication est établie, l'*Armure A* cède à l'*Armure B* la moitié de son excédent de *Fluide électrique*. Alors donc le Côté *A* a perdu du *Fluide déférent*, & le Côté *B* en a gagné: mais cet équilibre rompu se rétablit bientôt, par la décomposition d'une partie du nouveau *Fluide électrique* arrivé au côté *B*, dont la *Matière électrique* est alors déposée sur la Face *non-conductrice*, en même tems que le *Fluide déférent* la pénètre, & va *ranimer* une nouvelle quantité de *Matière électrique* sur la Face *A*.
Voilà

Voilà donc une nouvelle quantité de *Fluide électrique* formée du côté *A*, dont l'Armure s'empare, pour la partager de nouveau avec l'*Armure B:* par où la même opération se renouvelle, jusqu'à ce que l'équilibre du *Fluide électrique* soit établi entre les deux côtés, autant du moins que cela est d'abord possible; circonstance que je vais expliquer.

297. De la différence de degré, dans les Tendances de l'*Eau* & de la *Matière électrique* vers certains Corps, il résulte, dans les deux *décharges* comparatives, une nouvelle différence qu'il est essentiel de remarquer. L'*Eau* n'adhère que peu à tous les Corps; par où celle qui tapisseroit les Faces de la Cloison, céderoit aux moindres causes de rupture dans l'équilibre des *Vapeurs* des deux Cavités, & rétabliroit cet équilibre. Mais la *Matière électrique* adhère fortement aux Surfaces *non-conductrices*, dès qu'une fois elle y est déposée; ce qui ne s'opère que par des points de contact immédiat, & même seulement quand il y a un certain degré de différence entre le Conducteur qui apporte le *Fluide électrique*, & le point qu'il touche. De-là vient que la *décharge* du *Tableau* n'est jamais complette, quoique les deux *Armures* soient en communication conductrice. Il reste toujours, & pour long-

tems, un peu de *Matière électrique* ſurabondante au côté qui en avoit le plus ; en même tems que celui qui en avoit perdu ne la reprend point en entier. C'eſt-là une partie remarquable des Phénomènes du *Tableau magique* (ou de la *Bouteille de Leyde*) ; puiſque c'eſt de-là que réſultent les Phénomènes *électrophoriques* dont je traiterai dans la Section ſuivante.

298. En parlant juſqu'ici des Phénomènes du *Tableau magique*, je n'ai fait mention que d'une Lame de Subſtance *non-conductrice* en général ; parce qu'en effet, ces Phénomènes, les mêmes que ceux de la *Bouteille de Leyde*, n'appartiennent point excluſivement au Verre. C'eſt ce que nous découvrîmes mon Frère & moi, il y a environ 38 ans ; c'eſt-à-dire à-peu-près dans le tems où nous fîmes ces Expériences ſur le *Choc électrique* produit par l'entremiſe du Rhône & des Fontaines de Genève, que M. JALLABERT communiqua à l'Abbé NOLLET, & que celui-ci publia dans ſes *Lettres ſur l'Electricité.* Fortement attentifs alors à tout ce qui tenoit à ce *Choc*, & ne voyant dans le *Verre*, dont la *Bouteille de Leyde* étoit formée, qu'une Subſtance qui retenoit du *Fluide électrique* à l'intérieur, tandis qu'elle en perdoit à l'extérieur ; Subſtance dont la *Poix* rempliſſoit une des fonctions,

ſavoir l'*Iſolement*; nous eſſayâmes de faire une *Bouteille de Leyde* avec de la *Poix*; & nous y réuſsîmes au moyen d'une Bouteille de Fer blanc à col de Verre, couverte d'une couche de *Poix*, & partie de celle-ci d'une feuille d'étain. Encouragés par ce premier ſuccès, nous voulûmes eſſayer la *Soie*, comme Subſtance *non-conductrice*, en en couvrant auſſi une Bouteille de Fer blanc à col de Verre: mais cet eſſai ne réuſſit pas. Nous ne pouvions tenter l'Expérience, qu'en couvrant la Bouteille de pluſieurs doubles d'étoffe de Soie: mais quand il n'y en avoit que peu, le *Fluide électrique* traverſoit en entier; & lorſqu'il y en avoit aſſez pour prévenir cet effet, il n'y avoit qu'*Iſolement*. J'ai penſé depuis à un autre moyen, mais que je ne me ſuis pas trouvé diſpôſé à tenter. Ce ſeroit de prendre un grand nombre de Vers à ſoie prêts à filer; de leur enlever la petite maſſe de Subſtance qui eſt prête alors à paſſer à leur Filière pour faire la *Soie*, & de l'étendre auſſitôt ſur une Lame conductrice, de manière à la verniſſer de cette Subſtance; ce qui ne me paroît pas impoſſible. Or ſi cela peut ſe faire, je n'ai point de doute, qu'une pareille Lame ne fût un vrai *Tableau magique*; ou bien, qu'en couvrant de cette Subſtance une Bouteille de Fer blanc à col de Verre, celle-ci ne produiſît les

Phénomènes de la *Bouteille de Leyde.* En un mot, le Principe dont nous partions dès ce tems-là, pour tenter de produire ces Phénomènes avec d'autres Substances que le *Verre*, étoit le même que le Dr. FRANKLIN publia depuis en explication des Phénomènes de la *Bouteille de Leyde* proprement dite; savoir, que ces Phénomènes étoient produits par l'accumulation du *Fluide électrique* à l'intérieur de cette *Bouteille*, en même tems qu'il la quittoit à l'extérieur. Nous y ajoutâmes la conjecture que cette Propriété étoit attachée à la Faculté *non-conductrice*; ce que la *Poix* vérifia dès-lors. Et depuis que j'ai repris les Expériences électriques; étant parti de cette même Théorie expliquée par mon Systême, j'ai fait sans *Verre* diverses Espèces de *Tableaux magiques*, qui se *chargent* aussi fortement que ceux de *Verre.* Je les décrirai ci-après avec quelques autres de mes Appareils.

SECTION IV.

*De l'*Électrophore, *& du* Condensateur *d'Électricité.*

299. LE P. BECCARIA avoit découvert un Phénomène remarquable des Lames de *Verre*, *chargées* d'abord, puis *déchargées.* Ce Phéno-

mène, dont il a décrit tous les détails, & qu'il a nommé *Electricitas vindex*, consiste en général en ce que de telles Lames changent pendant long-tems l'état électrique des Corps *conducteurs* qu'on pose sur elles, sans être sensiblement modifiées elles-mêmes par ces changemens qu'elles produisent. L'explication que le P. BECCARIA donna de ce Phénomène n'étant que le Fait répété en d'autres termes, je ne m'y arrêterai pas; & je viendrai d'abord à la Cause que M. VOLTA leur a assignée, en inventant l'*Électrophore*, où se manifestent les plus grands Phénomènes de cette classe. Mon Systême sur la nature & les modifications du *Fluide électrique* étant fondé en grande partie sur la Théorie de M. VOLTA, ce sera appliquer celle-ci aux Phénomènes de l'*Électrophore*, que de les expliquer par ce Systême. Je le ferai donc immédiatement sous cette forme: & pour la brièveté encore, je supprimerai dès-à-présent, le parallèle des Modifications des *Vapeurs aqueuses* avec celles du *Fluide électrique*, croyant avoir suffisamment montré leur analogie dans tout ce qui constitue les caractères généraux que j'ai assignés aux *Vapeurs*.

300. L'*Électrophore* proprement dit consiste en une Lame *résineuse*, appliquée sur un Corps

conducteur en communication avec le Sol. La manière ordinaire de donner la Faculté *électrophorique* à cette Lame, eſt de la *frotter* à ſa ſurface découverte; par où elle y perd un peu de ſon *Fluide électrique*, tandis que la ſurface oppoſée en gagne. Une ſurface *réſineuſe* frottée, perd du *Fluide électrique*, parce que le Corps qui la frotte a plus de facilité à s'emparer de ce *Fluide*, agité par le *Frottement*; & qu'auſſi-tôt, la petite quantité excédente qu'il reçoit, s'écoule dans le Sol par la main de l'opérateur. Par cette perte de *Fluide électrique*, la ſurface frottée perd de ſon *Fluide déférent*; & auſſi-tôt la ſurface oppoſée lui en communique. Mais alors le *Fluide électrique* de cette dernière ne réſiſte plus autant à celui du Sol, & il lui en paſſe une petite quantité qui s'y condenſe. La limite de ces changemens oppoſés ſe trouve dans la réſiſtance de la Surface frottée à céder au-delà d'une certaine quantité de ſon *Fluide électrique* au Corps qui la frotte; & leur durée provient, de ce que, lors même que le frottement ceſſe, cette Surface ne reprend que très-difficilement le *Fluide* qu'elle a perdu. Car le *Fluide électrique* qui s'eſt accumulé à la face oppoſée, partage avec celle-là ſon *Fluide déférent*, & procure ainſi une augmentation de Force expanſive au *Fluide électrique* qui lui

reste : circonstance qui, comme on vient de le voir, avoit déjà contribué à lui en faire perdre, comme elle contribue réciproquement à empêcher que le Corps conducteur en communication avec l'autre Face, ne lui enlève le *Fluide électrique* qu'elle a acquis. Ainsi, la Cause même de ces Modifications contraires des deux Surfaces de la Lame *non-conductrice*, devient cause de leur durée, quoique ces Surfaces soient mises en communication avec des Corps *conducteurs*.

301. On voit ainsi pourquoi la couche *non-conductrice* d'un *Électrophore* doit être aussi mince qu'il est possible ; & pourquoi même, si elle a une grande épaisseur, le frottement de sa Surface découverte n'y produit presque aucun effet. Car le premier petit effet qu'on a produit, ne se faisant pas sentir à la Surface opposée, à cause de sa distance, n'est suivi d'aucun autre, & même il est bientôt détruit par l'attouchement des Corps *conducteurs :* c'est ce qu'on voit par le peu de durée des Mouvemens électriques produits par une pièce *épaisse* de Substance *non-conductrice* qu'on a frottée ; telle que de l'*Ambre* ou de la *Cire d'Espagne.* Il suit de-là ; que plus la Lame *non - conductrice* est mince, pourvu qu'elle soit continue, plus l'*Électrophore* ac-

quiert & conserve de pouvoir: car il en résulte que les deux Surfaces acquièrent plus fortement les états contraires, & s'aident mutuellement en même proportion à les conserver. Les *Loix* de la Théorie de M. VOLTA conduisoient déjà à cette conséquence; tout comme y conduit mon Systême, qui explique ces Loix. Ainsi, dès le commencement de mes nouvelles Expériences, je cherchai les moyens d'amincir la Lame *non-conductrice*; & j'y ai réussi avec de bonne *Cire d'Espagne*, jusqu'à en faire une Lame *isolée* d'un pied de diamètre, qui n'a que l'épaisseur d'une carte, & dont les effets *électrophoriques*, comme ceux de *Tableau magique*, sont par-là très-grands.

302. L'état électrique où l'on réduit une Lame *non-conductrice*, en frottant une de ses Faces tandis que l'autre repose sur une Substance *conductrice* en communication avec le Sol, est exactement le même que celui où elle reste, lorsqu'après l'avoir *chargée* comme *Tableau magique*, on la *décharge*. Par la *Charge*, on accumule une certaine quantité de *Matière électrique* d'un côté, & on prive l'autre d'une quantité à-peu-près égale de cette *Matière*. Dans la *Décharge*, la Face qui avoit l'*excès*, ne le rend pas tout à l'*Armure*; parce que la Face opposée possède une partie du *Fluide déférent*

qu'avoit apporté le nouveau *Fluide électrique :* & inversement, cette portion de *Fluide déférent* possédé par la Face où le *Fluide électrique* a diminué, empêche le retour complet de ce dernier *Fluide.* Ce qui a lieu de part & d'autre, à cause de la Faculté *non-conductrice* de la Lame : car il en résulte qu'à moins d'une grande différence d'état électrique entr'elle & un Conducteur, celui-ci ne peut la modifier que par des points de contact absolu. Or ces points sont toujours fort peu nombreux, quelque soin qu'on prenne de rendre les deux Surfaces bien congruantes, pour augmenter les Effets *électrophoriques* par la plus grande proximité des deux Surfaces. Je vais maintenant décrire & expliquer ces Effets, en revenant pour cela au même Appareil par lequel j'ai expliqué dans la Section précédente, la Charge & Décharge du *Tableau.*

303. Lorsqu'on applique aux deux côtés de la Lame *non-conductrice* des *Armures* munies d'*Electromètres*, on apperçoit un foible Mouvement dans ceux-ci. Quelquefois ils se meuvent l'un & l'autre; d'autres fois un seul se meut, & tantôt c'est celui du côté *positif*, tantôt celui du côté *négatif.* Le cas où ils se meuvent l'un & l'autre d'une même quantité, est celui où l'une des Faces de la Lame a perdu exactement

autant de *Matière électrique*, que l'autre en a acquis : & la Cause de ce qu'il y a néanmoins alors du mouvement dans les *Electromètres*, est la distance des deux Surfaces, qui diminue l'influence de l'une sur l'autre ; tellement que la quantité de leur *Fluide déférent* conserve un peu de rapport avec la quantité respective de leur *Matière électrique.* C'est ce que les *Electromètres* indiquent ; l'un se mouvant, parce que, malgré le voisinage de la Face *négative*, son *Fluide électrique* conserve un peu plus de Force expansive que celui du Sol ; & l'autre par la cause contraire. Quand un seul des *Electromètres* se meut (ce qui est le cas le plus commun) c'est parce que la modification de la Face correspondante à son *Armure*, est plus grande que la modification contraire à la Face opposée. Le côté dont l'*Electromètre* se meut, ou se meut le plus, est d'ordinaire celui par où les modifications de la Lame *non-conductrice* ont commencé. Si donc sa Faculté *électrophorique* est le résidu d'une *Charge & Décharge* ordinaire, le Mouvement *électrométrique* est le plus souvent au côté *positif* ; soit que la Lame soit de *verre*, ou de Substance *résineuse.* Si cette Faculté a été produite par le Frottement d'une des Surfaces, le Mouvement *électrométrique* sera à la Face *positive* si la Lame est de *verre*, & à la

Face *négative* ſi la Lame eſt *réſineuſe*. Mais nombre de circonſtances changent cet ordre naturel, & ce n'eſt que de l'enſemble des Phénomènes que je l'ai conclu. Je ne décrirai pas ici les *Electromètres* dont j'y fais mention; car leur Langage eſt un Phénomène important, qui exige d'être traité à part: je dirai donc ſeulement, qu'ils n'indiquent que le degré de *Force expanſive* du *Fluide électrique* dans les *Armures* auxquelles ils ſont joints, & non la quantité abſolue de ce Fluide.

304. Soit que les deux *Electromètres* indiquent, par leur Mouvement, des changemens dans le degré de Force expanſive du *Fluide électrique* appartenant à leurs *Armures*, ſoit qu'il n'y en ait qu'un ſeul qui ſe meuve; dès qu'on met l'une ou l'autre des *Armures* en communication avec le Sol en la touchant, ſon *Electromètre* n'indique plus que l'état du Sol, & tout le Mouvement *électrométrique* a lieu du côté oppoſé: puis ſi l'on touche l'*Armure* de ce côté-ci, le Mouvement *électrométrique* paſſe de l'autre. En le faiſant ainſi paſſer alternativement d'un côté à l'autre, on le voit diminuer peu-à-peu juſqu'à un certain point. Si les *Electromètres* ſont aſſez ſenſibles pour marquer juſqu'au plus petit degré de différence de Force expan-

ſive du *Fluide électrique* entre les *Armures* & le Sol, cette opération eſt fort longue; & à moins qu'on n'en vienne à des alternatives très-rapides, on ne fait que tranſporter d'un côté à l'autre un petit Mouvement qui ne diminue plus, parce que l'Air détruit les effets de ces Attouchemens; ce que j'expliquerai. Mais on peut faire ceſſer tout ſigne *électrométrique* dans l'Appareil; & même produire en un inſtant le même effet qui réſulte de la longue opération ci-deſſus, en touchant les deux *Armures* à-la-fois. Dans l'un ou l'autre cas, ſi l'on ſépare les deux *Armures*, celle du côté *négatif* de la Lame *nonconductrice* peut ſe trouver tellement chargée de *Fluide électrique* qu'elle en lance une partie en *Aigrettes*; & dans ce cas, l'autre en aura tant perdu, qu'on en verra rentrer par des *Points lumineux*. Ce changement qui ſe manifeſte dans les *Armures*, quand elles ſont ſéparées, entr'elles & de la Lame électrophorique, vient en général de ce qu'elles ne ſe modifient plus alors l'une l'autre, & qu'ainſi leur *Fluide électrique* reſpectif acquiert une Force expanſive proportionnelle à ſa quantité de *Matière électrique*, en ſe mettant en équilibre de *Fluide déférent* avec l'Air. Mais je renvoie à un autre lieu d'en expliquer la manière, pour ne pas interrompre ce qui concerne

les *Effets électrophoriques*, dont voici maintenant la marche.

305. Je suppoſerai le cas où les deux *Electromètres* ſe meuvent au commencement de l'opération; l'un parce que la Face de l'*Electrophore* qui communique avec ſon *Armure*, fournit un peu de *Fluide déférent* à celle-ci; & celui de l'autre *Armure* par la cauſe contraire. Si je touche la première de ces *Armures*, elle perd un peu de ſon *Fluide électrique*, qui s'écoule dans le Sol, & ſon *Electromètre* revient au point de *Repos*, qui marque l'équilibre avec le Sol. Mais ayant enlevé ainſi l'*excès* de *Fluide déférent* de ce côté *poſitif* de l'*Electrophore*, il n'aide plus à compenſer le *défaut* qui ſe trouve au côté *négatif*; & la diminution de Force expanſive qui en réſulte dans le *Fluide électrique* de l'*Armure* de ce dernier côté, eſt auſſi-tôt indiquée par une augmentation de Mouvement dans ſon *Electromètre*. Si alors je touche cette *Armure*, elle reçoit du Sol une première quantité de *Fluide électrique*, & l'équilibre ſe rétablit. Alors donc, ce côté de l'*Electrophore* ne dérobe plus du *Fluide déférent* à l'autre côté; & le *Fluide électrique* de celui-ci, quoique déjà plus *rare* que celui du Sol, lui eſt de nouveau ſupérieur en *Force expanſive*; ce que l'*Electromètre* indique

aussi-tôt. En cet état de l'Appareil, un second Attouchement de l'*Armure* du côté *positif* lui enlévera une seconde quantité de *Fluide électrique*; ce qui diminuera de nouveau la Force expansive du *Fluide électrique* au côté *négatif*.

306. On voit bien, que les mêmes opérations alternatives auront toujours les mêmes Effets; ce qui augmentera de plus en plus la perte de *Fluide électrique* dans l'Armure du côté *positif* de la Lame *non-conductrice*, & le gain dans l'*Armure* opposée. Mais ces Effets iront successivement en diminuant, & deviendront enfin nuls, par l'attouchement simultané des deux Surfaces: voici la cause de cette diminution. Quand l'*Armure* du côté *positif* de l'Electrophore a perdu une première quantité de *Fluide électrique* dans le Sol, la perte qu'elle a faite ainsi de son *excès* de *Fluide déférent* ne se fait pas sentir en entier dans l'*Armure* opposée; c'est-à-dire, n'augmente pas en proportion le *défaut* du *Fluide déférent* de l'autre côté, à cause de sa distance. Et de même, quand le *défaut* de *Fluide déférent*, accru néanmoins par-là dans l'*Armure* de ce côté *négatif* de l'Electrophore, se repare par de nouveau *Fluide électrique* qui vient du Sol; ce nouveau *Fluide déférent* reste en quantité un peu plus grande du

côté qui le reçoit. Par où chacune des *Armures*, remise successivement en Equilibre avec le Sol, approche de plus en plus d'un Equilibre fixe avec lui, dans les modifications réciproquement décroissantes de l'autre *Armure*; ce qui limite l'étendue de ces Effets successifs.

307. C'est par la même Cause, que l'Effet total d'un Attouchement simultané, a des bornes, & les mêmes bornes que dans l'opération ci-dessus. Car dans l'Attouchement simultané, l'Effet produit n'est qu'une succession rapide des Effets alternatifs que je viens de décrire. On apperçoit cette succession à l'Ouïe & à la Vue, lorsqu'on emploie pour *Electrophore* un *Tableau magique* nouvellement déchargé; dont les effets surpassent d'ordinaire ceux dont le simple frottement d'une des Faces est la cause. Quand donc on touche simultanément les deux *Armures* d'un tel *Electrophore*, on entend un *craquetement* assez vif; & si l'on est dans l'obscurité, on apperçoit entre chaque *Armure* & la Lame *non-conductrice* une *clarté vacillante*, effet du passage intermittent du *Fluide déférent*, de l'*Armure* qui se *charge* à celle qui se *décharge*; passage qui se fait immédiatement au travers de la Lame *non-conductrice*, entre les points des

deux *Armures* où l'équilibre se trouve le plus fortement rompu.

308. Tels sont les Effets *électrophoriques* généraux & leurs Causes. Leurs détails sont très-intéressans dans l'Appareil que j'ai employé; parce qu'on peut les y suivre pas à pas, en observant l'état respectif des *Armures* après chaque Attouchement de l'une ou de l'autre, & les modifications qu'y produit une plus ou moins grande distance entr'elles & avec la Lame *non-conductrice*; & par cette même facilité d'examiner séparément à chaque pas de l'opération toutes les parties de l'Appareil, s'il vient à se manifester quelque anomalie, on peut en trouver les Causes. Mais la plupart de ces détails concernent d'autres Loix du *Fluide électrique*, c'est pourquoi je les supprime ici; & j'ajouterai seulement que la Lame *non-conductrice*, en contribuant ainsi aux Modifications des deux *Armures*, n'est sensiblement modifiée elle-même, qu'aussi long-tems que la marche des Effets *électrophoriques* s'apperçoit à l'Ouïe & à la Vue. Lors donc qu'on cesse de les appercevoir, l'état de l'*Electrophore* est devenu sensiblement fixe, & l'on peut répéter un grand nombre de fois l'opération, sans qu'il y ait une diminution

diminution ſenſible dans l'effet. Si le tems eſt ſec, la Lame *non-conductrice* peut conſerver des mois entiers, la Faculté de modifier les *Armures*, du moins à quelque degré: & pour la lui faire perdre, il faut l'*électriſer* en ſens contraire; ou plus ſûrement, l'échauffer au point, ou de ramollir beaucoup la Subſtance réſineuſe, ſi elle eſt de cette eſpèce, ou de rendre la Chaleur du Verre inſupportable à la main. Quand la Chaleur eſt à ce degré, elle prive ces Subſtances de leur Faculté *non-conductrice*; & alors le *Fluide électrique* ſe met en équilibre, tant entre leurs Surfaces, qu'avec le Sol par les mains de celui qui les préſente au feu.

309. Les Phénomènes du *Condenſateur d'Electricité*, ſont d'une nature toute différente de ceux de l'*Electrophore*. Ce n'eſt plus le *Sol* qui doit modifier ſes *Armures*; il n'eſt point *Machine électrique*; il ſert ſeulement à rendre ſenſibles des degrés très-foibles d'*Electriſation*, pourvu que le Conducteur qui les poſsède ſoit fort grand; ce que je vais expliquer, en indiquant l'uſage le plus important de cette découverte de M. VOLTA. Il arrive fréquemment, que l'Atmoſphère a plus ou moins de *Fluide électrique* que le Sol: & comme l'*Air* eſt *non-conducteur*, l'équilibre entre lui & le Sol ne ſe

maintient avec quelque constance, que dans sa Couche la plus basse. Si donc on élève un *Conducteur*; son extrémité supérieure arrive souvent à des Couches d'Air qui ne sont pas en équilibre électrique avec le Sol; & si cette extrémité est une Pointe déliée, il est bientôt réduit dans toute sa longueur à l'état de cette Couche. L'effet des *Pointes*, dans la belle Théorie de M. VOLTA, est d'être comme un Canal par lequel un Conducteur *éloigné* établit son équilibre électrique avec d'autres Corps. La *Pointe* n'étant ainsi que le Passage du *Fluide électrique*, n'arrive à être modifiée elle-même, que lorsque le *Conducteur* auquel elle appartient est mis en équilibre avec les Corps auxquels elle communique; & jusqu'alors, elle agit sensiblement avec une même énergie pour produire cet équilibre. Au lieu que si le *Conducteur* lui-même étoit présent, son voisinage affoibliroit la différence de ces Corps avec lui, & retarderoit, ou préviendroit même quelquefois, le transport réel du *Fluide électrique*. Ainsi l'extrémité pointue d'un long Conducteur élevé dans l'Air, ne cesse d'enlever du *Fluide électrique* à celui-ci, ou de lui en donner, que lorsque ce Conducteur est entièrement en équilibre avec l'Air. Si donc il communique avec le Sol, il contribuera sans cesse à ramener l'Air à l'état électrique de celui-

ci : ou s'il eſt iſolé, & que quelque Corps, auſſi iſolé, détruiſe les premières modifications qu'il éprouve ; elles ſeront bientôt réparées. Mais ces Modifications immédiates peuvent être ſi petites, qu'elles ſoient imperceptibles, même par l'*Électroſcope* ſi ſenſible de M. Cavallo : ou bien, le Signe fourni par cet *Électroſcope* peut être ſi foible, qu'on ne puiſſe en diſtinguer la nature. Or quelle que ſoit la petiteſſe de ce Signe, le *Condenſateur* de M. Volta le rendra très-grand ; & ſouvent auſſi il en fournira, qui n'auroient pu être obtenus par aucun autre moyen. Tel eſt le plus important uſage de cet Appareil, & voici en quoi il conſiſte.

310. Une Lame de Subſtance *non-conductrice*, miſe dans l'état que je décrirai, peut ſervir de *Condenſateur*, s'il s'agit de bien petits degrés d'*Électriſation* dans des *Conducteurs* qui n'aient pas une fort grande étendue. Mais dans l'un ou l'autre des deux cas contraires, la Surface *non-conductrice*, en agrandiſſant le Signe de l'*Électriſation* de ce Conducteur, peut y participer ; & devenant alors *électrophorique*, ſes indications ſeroient trompeuſes. Il vaut donc mieux s'en tenir aux Subſtances que M. Volta a recommandées lui-même dans ſon Mémoire ſur ce ſujet, imprimé dans les *Tranſ. philoſ.* de

l'année 1782. La propriété générale de ces Subſtances, eſt d'être *lentement-conductrices*; & par cette raiſon elles ont été nommées *non-Conductrices de la Commotion.* Cette propriété générale leur vient, de ce qu'elles participent à la Faculté *conductrice*, en laiſſant quelque Mouvement au *Fluide électrique* le long de leur Surface; en même tems qu'elles participent auſſi à la Faculté *non-conductrice*, tant en ce qu'elles tranſmettent lentement le *Fluide électrique*, que parce qu'il ne tend vers elles que de fort près. De cette Claſſe ſont, les *Bois* bien ſecs, les *Pierres* bien ſèches, & les Toiles peintes à l'Huile, nommées *Toile cirée* ou *Taffetas ciré.* C'eſt donc de ces Subſtances que je parlerai.

311. La méthode que j'ai employée pour analyſer les Phénomènes de cette Claſſe, eſt la même que celle dont j'ai parlé à l'égard de l'*Électrophore.* Je ſuſpends verticalement les Lames de Subſtances *lentement-conductrices*, en les *iſolant*; & je leur applique les deux *Armures* dont j'ai toujours parlé, munies de leurs *Électromètres.* L'une de ces *Armures*, que je nommerai *A*, eſt deſtinée à recevoir le *Fluide électrique* procédant d'une Source foible, mais vaſte; & l'autre *Armure*, *B*, eſt miſe en communication avec le Sol. Je choiſirai, dans

l'expoſition des Phénomènes, l'exemple d'une Source *poſitive*; ce qui facilitera l'expreſſion : mais les Phénomènes & leur Cauſe ſeroient inverſement les mêmes, s'il s'agiſſoit d'une Électriſation *négative*.

312. Lorſqu'on applique la Source foible à l'*Armure A*, & qu'elle met d'abord celle-ci à ſon *niveau*, l'équilibre n'eſt pas aſſez rompu, entre l'*Armure* ainſi modifiée & la Subſtance *lentement-conductrice*, pour que celle-ci reçoive ſa portion de la petite quantité de nouvelle *Matière électrique* acquiſe par l'*Armure*; parce que la *Matière électrique* ne tend que foiblement vers les Subſtances de ſa claſſe : mais elle reçoit ſa portion du nouveau *Fluide déférent*; parce que celui-ci tend ſenſiblement à la même diſtance vers tous les Corps. Voici donc quels ſont les Effets de ce premier inſtant de communication de la Source à l'Armure *A*. Le *Fluide déférent*, paſſe de cette *Armure* à la Subſtance *lentement-conductrice*, fait paſſer une petite partie du *Fluide électrique* de celle-ci à l'*Armure B*, & par elle dans le Sol. Si la Lame de cette Subſtance eſt très-épaiſſe; comme le feroit un Plateau de Marbre ou de Bois; l'*Armure B* peut ne ſervir que de paſſage à ce *Fluide électrique* qui ſe rend au Sol. Mais ſi cette Lame

eſt mince ; comme le ſont la *Toile cirée*, & le *Taffetas ciré* (ſimple ou double ſuivant ſa nature) ; l'*Armure B* éprouve l'effet de ce *Fluide déférent* qui abandonne l'*Armure A*, & une première petite portion de ſon *Fluide électrique* s'écoule dans le Sol. Enfin, quand le *Fluide déférent* qui produit ces effets, ſe trouve ainſi ſéparé de la petite quantité de *Fluide électrique* reçue d'abord par l'*Armure A*, elle ne réſiſte plus autant à la Source ; celle-ci en fournit donc une nouvelle quantité, qui auſſi-tôt a le même ſort que la première : & ces effets ſucceſſifs continuent, juſqu'à ce que le *Fluide déférent* qui s'accumule dans la Subſtance *lentement-conductrice* & dans l'*Armure B*, ne leur permette plus d'en dérober à l'*Armure A*. Alors la *Condenſation* eſt à ſon *Maximum :* le *Fluide électrique* de l'*Armure A* eſt devenu plus *denſe* ; car il a une plus grande proportion de *Matière électrique :* mais il n'a pas plus de *Force expanſive* que celui de la Source ; parce qu'il a perdu une grande partie de ſon *Fluide déférent.*

313. La *Condenſation* dont je viens d'indiquer la marche, ne ſe manifeſte point à l'*Électromètre* de l'*Armure A :* tout le Mouvement qu'on lui voit faire, eſt celui ſeulement qu'il avoit fait, lorſqu'on avoit appliqué la Source à l'*Armure*

ſeule ; & il n'en fait point, s'il n'en avoit point fait alors. Mais quand on vient à iſoler cette *Armure*, l'effet de ſa poſition précédente ſe manifeſte ; & ſi la Source a été capable de lui faire donner auparavant quelque ſigne d'électricité *poſitive*, & que le *Condenſateur* ſoit en bon état, l'*Armure* devenant iſolée, ne pourra pas contenir tout ſon *Fluide électrique* ; il s'en échappera une partie par des *Aigrettes*.

314. Pour découvrir la Cauſe de ce Phénomène, il faut d'abord ôter la communication de l'*Armure A* avec la Source ; puis enlever ſimultanément, cette *Armure*, & la communication au Sol ; enfin, ſéparer auſſi l'*Armure B* de la Lame *lentement-conductrice*. Si l'Appareil eſt convenablement arrangé, tout cela s'opère en enlevant ſimultanément les deux *Armures* ; & il convient que cela puiſſe ſe faire, pour ne pas donner à la Lame *lentement-conductrice*, le tems de changer d'état. Pour cet effet, les Communications avec la Source & avec le Sol, doivent être fixées à des Supports iſolans, de manière qu'on puiſſe mettre les *Armures* en communication avec elles & avec la Lame, ou les enlever, par un ſeul Mouvement. Les deux *Armures* & la Lame *lentement-conductrice*, ſe trouvant ainſi ſéparément *iſolées*, arrivent bien-

tôt à l'état, où la *Force expanſive* de leur *Fluide électrique* eſt proportionnelle à leur quantité reſpective de *Matière électrique*. On a déjà vu, combien la *Force expanſive* eſt accrûe dans l'*Armure A :* mais on en voit alors la Cauſe; c'eſt qu'il s'eſt fait un changement contraire dans le reſte de l'Appareil. Si la Lame *lentement conductrice* eſt mince, elle & l'*Armure B* ſont dans un état *négatif*; mais s'il s'agit d'un Plateau de *Marbre* ou de *Bois*, il peut arriver, que l'*Armure B* n'ait fait que ſervir de paſſage au *Fluide électrique* que ce Plateau a perdu dans le Sol, & qu'ainſi elle ſoit reſtée dans l'état naturel. Il y a beaucoup de nuances à tout cela: & par exemple, s'il s'agit d'un Plateau de Marbre blanc très-ſec, il retient pour un moment la Faculté *électrophorique*, ſe trouvant *négatif* du côté de l'*Armure A*, & *poſitif* du côté de l'*Armure B*; mais cette Faculté ne dure qu'un inſtant.

315. Il y a des Expériences très-intéreſſantes à faire, par la réunion de cet Appareil à celui de l'*Électrophore*, réunion par laquelle ils ſervent mutuellement à la démonſtration de leurs Théories reſpectives. Pour le faire comprendre, je dirai d'abord que, lorſque M. VOLTA me montra les effets de ſon *Condenſateur*, il ne

consistoit qu'en un Disque métallique à bord arrondi, suspendu par des cordons de soie ou tenu par un manche de verre, & posé sur divers Corps; sur une Cheminée de Marbre par exemple, ou sur une Table bien sèche & couverte d'un morceau de Toile cirée, ou enfin sur la Couverture de soie ou de laine de quelque Meuble: & la foible Source de *Fluide électrique* qu'il employoit, étoit une Bouteille de Leyde déchargée par un Conducteur *lent*. Si la Bouteille avoit été déchargée par un Conducteur *rapide*, elle ne produisoit aucun effet sur le Disque: mais si elle l'avoit été par un Conducteur *lent*; comme on la décharge par exemple, en la tenant dans la main, & touchant de son Bouton un Mur, ou quelque Boiserie bien sèche; elle pouvoit n'être plus capable de faire mouvoir l'Électroscope de M. CAVALLO, & rester cependant capable de charger beaucoup le Disque métallique mis dans une des situations dont j'ai parlé.

316. Dans le cours de mes Expériences sur le *Condensateur*, réfléchissant à ces différens effets de la *Bouteille*, je compris; que lorsqu'elle étoit déchargée par un Conducteur *rapide*, elle étoit dans le cas de mes *Électrophores*, lorsque leurs deux *Armures* avoient communi-

qué ſimultanément au Sol ; c'eſt-à-dire, que la *Bouteille* ne donnoit plus aucun ſigne d'Electriſation, parce que ſes deux *Armures* étoient complettement modifiées en Sens contraire : & que lorſqu'elle avoit été déchargée par un Conducteur *lent* ; elle ſe trouvoit dans le cas de l'*Électrophore*, quand ſes *Armures* ne ſont pas encore modifiées, ou ne le ſont pas complettement. D'où je conclus, qu'en appliquant des *Condenſateurs* aux deux *Armures* de mon Appareil *électrophorique*, ce ſeroit, à quelque degré, la même choſe que de les faire communiquer avec le Sol ; mais que je trouverois alors dans les *Armures A* des *Condenſateurs*, les Cauſes des Modifications de celles de l'*Électrophore* : ou qu'avec un ſeul *Condenſateur*, je pourrois voir ſéparément, la Cauſe de la Modification de celle des *Armures* de l'*Électrophore* à laquelle je l'appliquerois. Cette Expérience réuſſit, & je vais en indiquer la Marche générale.

317. Si l'on fait communiquer l'*Armure* du côté *poſitif* de l'*Électrophore*, à l'*Armure A* du *Condenſateur*, tandis que l'*Armure B* de celui-ci communique au Sol ; & qu'alors on touche l'*Armure* du côté *négatif* de l'*Électrophore* ; l'*Armure* du côté *poſitif* de celui-ci perd bien (comme à l'ordinaire) une partie de ſon *Fluide*

électrique; mais il ne s'écoule pas dans le Sol, on le retrouve dans l'*Armure A* du *Condenſateur.* Si c'eſt à l'*Armure* du côté *négatif* de l'*Électrophore*, qu'on fait communiquer l'*Armure A* du *Condenſateur*, en même tems qu'on touche l'*Armure* du côté *poſitif* du premier; ſon *Armure* du côté *négatif* reçoit bien auſſi du *Fluide électrique* comme à l'ordinaire; mais ce n'eſt pas du Sol, c'eſt de l'*Armure A* du Condenſateur. Il y a beaucoup de nuances dans cette marche, ſuivant l'état des deux Appareils; mais elles ne ſont pas bien importantes à la connoiſſance de la Marche générale.

318. L'Appareil que M. VOLTA a nommé *Conſervateur d'Électricité*, eſt le même que je viens de décrire ſous le nom de *Condenſateur*, & il opère par la même Cauſe. Puiſque ſon *Armure A*, en contact avec l'Appareil, pouvoit contenir une aſſez grande quantité de *Fluide électrique*, ſans en donner preſque aucun ſigne à l'*Électromètre*, on comprend bien que, ſi l'on charge immédiatement cette *Armure* par quelque autre Source, & qu'on l'amène en contact avec le *Condenſateur*, le Signe de ſon Electriſation s'affoiblira au point où il étoit dans le cas précédent. Or j'ai dit ci-devant, que l'*Électromètre* marque, non la *quantité* du *Fluide élec-*

trique contenu dans le Corps auquel il appartient, mais le degré de *Force expansive* de ce *Fluide.* Un foible Signe à l'*Électromètre* marque donc peu de *Force expansive*; & c'est de là que procède le Phénomène particulier de l'Appareil, considéré comme *Conservateur:* c'est-à-dire, qu'on peut *toucher* plusieurs fois l'*Armure A*, sans lui enlever tout l'excès de *Fluide électrique* qu'elle possède comparativement au Sol. Car le retour du *Fluide électrique* qu'a perdu la Lame *lentement-conductrice*, est nécessairement *lent*; & comme ce n'est que par le *Fluide déférent* qu'il apporte à son retour, que peut renaître la *Force expansive* du *Fluide électrique* condensé dans l'*Armure*; chaque court Attouchement, ne peut produire qu'une partie du rétablissement de l'Équilibre absolu. C'est ce qui s'apperçoit, lorsque après chaque Attouchement, on examine séparément les diverses parties de l'Appareil; car on trouve à chaque fois, l'*Armure A* un peu moins *positive*, & le reste de l'Appareil un peu moins *négatif.* Sans cet Appareil, l'Attouchement le plus court auroit entièrement déchargé l'*Armure A.*

319. Je viens de rassembler dans cette Section, le résumé d'un assez gros Volume d'Expériences & de Remarques sur ces trois Appa-

reils de M. VOLTA. Mais si ce long travail étoit nécessaire pour fixer mes Idées, il ne l'est pas pour en démontrer les fondemens par les Phénomènes généraux; parce qu'ils auront toujours lieu, dans les Circonstances que j'ai indiquées. Les changemens de Circonstances, produisent des variétés; quelquefois même ces variétés sont embarrassantes. Il faut alors former des conjectures, tenter des Expériences, les varier; ce qui allonge le Journal d'un Observateur, mais ne peut intéresser que les Amateurs bien zélés de la Physique. Il me suffira donc de dire à cet égard, que tout l'ensemble de ces Expériences appuie le Systême que j'ai établi.

SECTION V.

Des Influences électriques *en général.*

320. LES Phénomènes que j'ai décrits dans les deux Sections précédentes, appartiennent à la Classe générale des *Influences électriques*; mais comme ils sont modifiés par les Propriétés particulières des Substances *non-conductrices* & *lentement-conductrices*, j'ai cru devoir les examiner séparément, pour ne pas interrompre, par l'explication de leurs Circonstances parti-

culières, le développement des Causes générales, auquel je viens maintenant.

321. J'ai dit d'entrée; que la grande *Loi* qui distingue la Théorie de M. VOLTA, d'avec toutes celles qu'on avoit formées avant lui sur les *Influences électriques*; est l'Action *réciproque* des Conducteurs différemment électrisés. Ainsi par exemple, quand un Conducteur qui a plus de *Fluide électrique* que le Sol; c'est-à-dire, qui est dans l'état nommé *positif*; a fait écouler dans le Sol une partie du *Fluide électrique* qui appartenoit à un Corps voisin; il éprouve lui-même, par une diminution sensible dans la *Force expansive* de son *Fluide*, la Modification qu'il a produite dans l'autre Conducteur: tellement que la même Source, qui n'avoit pu auparavant lui transmettre plus de *Fluide électrique*, peut alors lui en donner une nouvelle quantité; & que cette accumulation se manifeste, lorsqu'on vient à retirer le Conducteur devenu *négatif*. La même Cause agit inversement, si le Conducteur immédiatement modifié, a été mis dans l'état *négatif*.

322. Tandis que M. VOLTA s'occupoit de ces *Influences réciproques* des Conducteurs différemment électrisés, & qu'il en appliquoit les con-

ſéquences aux Phénomènes que j'ai déjà décrits; Mylord MAHON (*) étudioit les changemens qu'un Conducteur *électrisé* fait ſubir *aux différentes parties* d'un même Conducteur iſolé qui ſe trouve ſous ſon influence; & il avoit trouvé: « Que ſi l'on préſente au *Premier Conducteur* « d'une Machine électrique, un Conducteur « long, iſolé, & placé ſur une même ligne « avec lui; durant le tems de ſon Influence, « l'extrémité du *Second* Conducteur la plus voi- « ſine de lui, eſt *négative*; que l'extrémité op- « poſée eſt *poſitive*; & qu'il y a un certain « point intermédiaire, où l'état de ce Conduc- « teur n'a pas changé ». Le *Traité ſur l'Électricité* de Mylord MAHON eſt connu; & cette découverte, ainſi que pluſieurs autres qui y ſont renfermées, lui ont mérité beaucoup d'attention de la part des Electriciens.

323. Quand M. VOLTA vint dans ce Pays-ci, il connoiſſoit déjà cet Ouvrage de Mylord MAHON; mais il n'admettoit pas l'interprétation qu'y donnoit ſon Auteur, aux Phénomènes dont il avoit tiré la Propoſition ci-deſſus mentionnée.

(*) Aujourd'hui Mylord STANHOPE, par la mort d'un Père, qui lui avoit montré le chemin de la Science, comme celui de la Vertu.

Ces Phénomènes étoient, certains Changemens qui avoient lieu dans les Mouvemens de petites Balles, promenées le long du Second Conducteur durant l'Influence du Premier; Changemens que M. VOLTA attribuoit à l'effet immédiat de cette Influence sur les petites Balles. Et quant à l'état du Second Conducteur; voyant, qu'en quelque partie de sa longueur qu'on le touchât alors, on en tiroit également une Étincelle; & qu'il se trouvoit aussi également *négatif*, quand on faisoit cesser l'Influence du Premier Conducteur en le déchargeant; il en concluoit, au contraire de Mylord MAHON: « Que durant l'Influence du Premier Conducteur, l'effet produit sur le Second, étoit de « même intensité dans toute son étendue; c'est-« à-dire, que ce Conducteur avoit par-tout un « même *état électrique* ».

324. Ce fut dans ce même tems-là que je repris ces Expériences; & dès que je m'y fus de nouveau familiarisé, un de mes premiers plans fut, d'éclaircir l'objet de la controverse entre Mylord MAHON & M. VOLTA; car elle me parut tenir à la nature même du *Fluide électrique*. Plus je fis d'Expériences pour analyser cette classe de Phénomènes, plus elle me parut importante; c'est par elle, comme pour elle, que

que j'étudiai avec le plus d'intérêt les *Mouvemens électriques*, & que je les employai à la conſtruction d'un *Électromètre* comparable ; & c'eſt en m'attachant fortement à la ſuivre dans la variété de ſes Phénomènes, que j'ai déterminé les différentes parties de mon Syſtême ſur le *Fluide électrique*, dont je n'avois entrevu que quelques premières baſes dans la Théorie de M. VOLTA.

325. Le premier fruit que je tirai de ces recherches, fut la ſolution du Problème électrique qui diviſoit Mylord MAHON & M. VOLTA ; ayant reconnu que leurs différentes manières de voir, provenoient de ce qu'ils conſidéroient l'objet par des face différentes. Mylord MAHON ne s'attachoit qu'aux *Mouvemens électriques* ; M. VOLTA ne conſidéroit que le *Tranſport* du *Fluide électrique* même, du Second Conducteur, aux Corps qu'on en approchoit aſſez pour exciter une Étincelle. Mais ces Phénomènes ſont de deux eſpèces très-différentes : les premiers ſuivent les Loix des *denſités* du *Fluide électrique* ; les derniers ſuivent celles de ſa *Force expanſive* ; par où ils ne ſont point néceſſairement proportionnels entr'eux, & ne le ſont même que rarement.

326. Voici donc à quoi revient la Propoſition de Mylord MAHON. « Quand un *Conducteur*

« cylindrique isolé, est placé sur une même « ligne avec le *Premier Conducteur* d'une Ma« chine électrique, de manière à éprouver son « *Influence*, mais hors de la distance à laquelle « partiroit une Étincelle; la *densité* du *Fluide* « *électrique* propre du Second *Conducteur*, dimi« nue à son extrémité la plus voisine du *Pre*« *mier Conducteur*, & augmente au contraire « à l'extrémité opposée; & il y a un point in« termédiaire, où la *densité* du *Fluide électri*« *que* n'éprouve aucun changement ». La Proposition différente de M. VOLTA revient à ceci. « Quand un Second *Conducteur* se trouve dans « la position décrite ci-dessus, le changement « qu'éprouve la *Force expansive* de son *Fluide* « *électrique*, est égal dans toute son étendue ». Or ses deux Propositions sont également vraies; & leur conciliation est l'une des conséquences les plus importantes de mon Systême. Entre un grand nombre d'Expériences que j'ai faites, sous diverses formes, pour analyser le Phénomène dont il s'agit, je choisirai celle qui montre le mieux les détails de la Théorie de M. VOLTA, la preuve de la Proposition de Mylord MAHON sous la forme que je viens de lui donner, & l'application de mon Systême à l'une & à l'autre.

327. Je dois décrire avec quelque ſoin l'Appareil avec lequel j'ai fait ces Expériences, parce que tous les Phénomènes qu'il manifeſte ſont importans. Il eſt composé d'abord de ſix Diſques métalliques à bord arrondi, d'environ huit pouces de diamètre, portés verticalement ſur des Pieds iſolans de même hauteur. Ces Diſques ſe diviſent en deux Grouppes, chacun de trois; ils ſont poſés ſur des Planches ſéparées, où l'on peut leur donner entr'eux la diſtance à trois, on peut écarter ou rapprocher leurs Grouppes. Quatre petites Baguettes métalliques, dont les extrémités ſont tournées en anneau, fixées à de petites baguettes de verre de manière à former enſemble un T, ſont portées par des Pieds iſolans, où l'autre extrémité de la baguette de verre entre dans une charnière. Ces Baguettes métalliques ſont deſtinées à établir des Communications *conductrices* entre les Diſques de chaque Grouppe, quand l'opération l'exige: il y en a deux ſur chaque Planche, & au moyen d'un Cordon de ſoie, on peut les appliquer aux Diſques, ou les enlever, à volonté: je nommerai ſimplement ces Baguettes, les *Communications*. Enfin chacun des Diſques a un *Électromètre*; mais cette dernière partie de l'Appareil exige quelque détail.

328. J'ai dit dans la Section précédente, que mes *Électromètres* n'indiquent point la quantité de la *Matière électrique* qui fait l'*excès* ou le *défaut* d'un Conducteur *électrisé*, ni par conséquent l'augmentation ou diminution de la *densité* de son *Fluide électrique*; mais seulement les Modifications qu'éprouve la *Force expansive* de ce *Fluide*. Cependant la nature de ces *Électromètres* est la même que celle des *Électroscopes* ordinaires; ce sont des Balles librement suspendues, qui s'écartent par l'une & l'autre des deux espèces d'*Électrisations*, & qui par conséquent ressemblent en cela, ainsi que dans la Cause immédiate de leur Mouvement, aux petites Balles qu'employoit Mylord Mahon. Or je regarde cette Cause, comme étant la *Matière électrique* seule; c'est-à-dire qu'elle n'a aucun rapport à la *Force expansive* du *Fluide électrique* contenu dans ces Balles: ce qui semble d'abord contradictoire avec ce que j'ai dit ci-dessus du vrai Langage de ces *Électromètres*, qui est au contraire; de n'indiquer que les différences de *Force expansive* du *Fluide électrique* dans les Corps auxquels ils appartiennent. Mais cette contradiction apparente sera levée, par ce que je vais dire, de ces Instrumens & de leurs rapports avec les Corps dont ils doivent marquer le degré d'*Électrisation*.

329. Ces *Électromètres* sont portés par des Pieds isolans, séparés & indépendans du reste de l'Appareil. Ils ont de petits Conducteurs, assez longs pour qu'en les appliquant latéralement aux Disques, les Balles n'éprouvent pas sensiblement l'*Influence* de ceux-ci. Ces petits Conducteurs, fort minces, se terminent en une boucle, pour que les *Électromètres* puissent garder leur état électrique quand on vient à les séparer des Disques. C'est donc une des conditions de ces *Electromètres*; que ni les Disques auxquels ils appartiennent, ni les Disques voisins, n'aient aucune *Influence* sur leurs Balles : mais comme pour prévenir entièrement cette *Influence*, il faudroit donner à leurs petits Conducteurs une longueur incommode, on supplée par une correction, à ce qu'il s'en faut que la condition ne soit absolument accomplie. Cette correction, qui n'est nécessaire que dans les Expériences délicates, consiste à retirer l'*Électromètre* à quelque distance du Corps, dans l'état où il a été mis par celui-ci, & à observer la quantité dont son indication change. Cette quantité, qui est l'effet de l'*Influence* du Corps, ou de toute autre partie d'un Appareil, sur les Balles mêmes, est toujours à ajouter à l'Indication des Balles dans leur situation précédente. Car l'*Influence* d'un Corps sur les Balles de son

Électromètre, eſt toujours un obſtacle à l'Effet dont je vais maintenant parler.

330. Je ſuppoſe d'abord le cas où le Corps auquel appartient un tel *Électromètre* eſt électriſé *poſitivement*, ſoit par une augmentation dans la quantité de ſon *Fluide électrique*, ſoit ſeulement par une augmentation dans la *Force expanſive* de ce *Fluide*. Dès que les Balles ſont ſuppoſées hors de toute Influence, la ſeule cauſe de leur divergence, eſt une quantité de *Fluide électrique* qui leur paſſe du Corps *électriſé*. Or il ne peut leur en paſſer, qu'à proportion de ſa *Force expanſive* dans le Corps auquel elles ſervent d'Electromètre. Si ce Corps venoit à recevoir du *Fluide électrique*, mais qu'en même tems un Corps *négatif* voiſin lui enlevât du *Fluide déférent* en même proportion, il ne ſe feroit pas de mouvement dans les Balles; parce que la *Force expanſible* du *Fluide électrique* n'auroit pas changé dans le Corps. D'où réſulte, que quoique tout *Mouvement électrique*, & ainſi celui de nos Balles, n'ait immédiatement de rapport qu'aux quantités de *Matière électrique*, ſoit aux *Denſités* du *Fluide électrique*; ce que je prouverai directement dans une des Sections ſuivantes; quand les *Électromètres* de l'Appareil ſont dans la ſituation que j'ai décrite

ci-dessus, ils ne se meuvent que par les changemens de *Force expansive* du *Fluide électrique* dans les Disques auxquels ils appartiennent, quelle que soit la cause de ces changemens.

331. Dans les Expériences sur ces deux Grouppes de Disques, je n'agis immédiatement que sur l'un des deux, & l'autre est mis sous son *Influence*. Les deux Grouppes sont alors sur une même ligne; les plans des Disques coupent cette ligne à angle droit, & leurs Electromètres sont placés latéralement dans ces mêmes plans. Pour distinguer, tant ces Grouppes, que chacun de leurs Disques, je nommerai A & *a* les Disques des deux Grouppes qui sont les plus voisins dans cette position, B & *b* ceux qui sont les plus éloignés, & C & *c* les Disques du milieu de chaque Grouppe. Ainsi l'ordre des six Disques, placés sur une même ligne, sera; B, C, A : *a*, *c*, *b* : les Lettres Majuscules représentant le Grouppe que j'*électrise* immédiatement, & les petites Lettres celui sur lequel s'exercera son *Influcnce*.

332. Dans la première Expérience dont je vais parler, il ne s'agira encore que du premier de ces Grouppes; parce que sa simple *Électrisation* renferme déjà des circonstances très-remar-

quables. Les *Communications* étant posées entre les Disques de ce Grouppe, je le touche, dans quelque partie que ce soit, avec le Bouton d'une Bouteille de Leyde chargée: & aussi-tôt les trois *Électromètres* divergent également; manquant ainsi une augmentation égale de *Force expansive* dans le *Fluide électrique* des trois Disques. Ce Phénomène, tout simple qu'il paroît d'abord, est fort éloigné de l'être: car il présente déjà lui seul le Problême que je dois résoudre; en ce que la *Densité* du *Fluide électrique* n'a pas un même rapport avec sa *Force expansive* dans toutes les parties de ce Grouppe. J'enlève les Communications *conductrices*, & j'éloigne les Disques les uns des autres: tous les *Électromètres* baissent; mais celui du Disque C baisse plus que ceux des Disques A & B. On voit donc, par ce Mouvement des *Électromètres*, que la *Force expansive* du *Fluide électrique* des trois Disques devoit quelque chose à leur position dans le Grouppe; mais que celle du Disque C lui devoit plus que celle des deux autres: tel est le Phénomène à expliquer.

333. Dès que ce Grouppe a reçu la nouvelle quantité de *Fluide électrique* que lui a communiqué la Bouteille, l'*Air* voisin lui enlève une partie de son nouveau *Fluide déférent:* par

où, ſi cet *Air* n'eſt mêlé que de peu de *Vapeurs aqueuſes* (comme je le ſuppoſerai toujours) ſon pouvoir de changer l'état du Grouppe ſe trouve diminué. Car le *Fluide déférent* qu'il a reçu, donne à ſon propre *Fluide électrique* une plus grande faculté de réſiſter à en recevoir de nouveau; en même tems que le *Fluide électrique* du Grouppe, ayant perdu ce *Fluide déférent*, a moins de pouvoir pour ſe tranſmettre. Il s'établit donc un Equilibre entre l'Air ambiant & le Grouppe; dans lequel celui-ci, ayant plus de *Matière électrique* que l'Air, conſerve plus de *Fluide déférent* qu'il ne lui en tranſmet: & tant que le même rapport règne, entre les quantités proportionnelles de *Matière électrique* du Grouppe & de l'Air ambiant, & qu'aucun Corps plus denſe que l'*Air* ne vient dans leur voiſinage, cet Equilibre reſte le même, & il contribue à déterminer la *Force expanſive* générale du *Fluide électrique* dans le Grouppe.

334. Mais les trois Diſques ne contribuent pas également à fournir à l'Air ce *Fluide déférent* qu'il reçoit du Grouppe. Chacun des Diſques A & B, communiquant ſeul à l'*Air* par ſa Face extérieure, ſupporte en entier la perte du *Fluide déférent* que fait le Grouppe de

ce côté-là; au lieu que le Disque C, qui se trouve entre les deux autres, ne fournit, par chacune de ses deux Faces, que la moitié du *Fluide déferent* reçu par l'*Air* dans l'intérieur du Grouppe. Le Disque C, conservant plus ainsi de son *Fluide déférent* que les deux autres, résiste plus à recevoir du *Fluide électrique*; & il en reçoit moins en effet dans la Charge : car, vu les Communications *conductrices*, l'équilibre de *Force expansive* doit s'établir dans le Grouppe; & il s'y établit en effet, comme les *Electromètres* l'indiquent. Dans cet équilibre donc, le *Fluide électrique* du Disque C se trouve plus *rare* que celui des Disques A & B. Cet état change, quand les *Communications* sont enlevées entre les Disques & qu'ils sont mis hors de l'Influence les uns des autres. Car lorsque des Conducteurs isolés n'ont que l'*Air* pour Substance voisine, il s'établit toujours un même rapport, entre la *Densité* de leur *Fluide électrique* & sa *Force expansive*; d'où résulte en général que les modifications qu'éprouve un Conducteur dans la *densité* de son *Fluide électrique*, par certaines associations avec d'autres Conducteurs, se manifestent lorsqu'il est retiré de leur Influence. C'est ce que j'avois renvoyé d'expliquer jusqu'ici.

335. Quand les Disques A & B, tirés du voisinage du Disque C & l'un de l'autre, viennent ainsi à fournir seuls du *Fluide déférent* à l'Air, ils en perdent une nouvelle quantité par leur Face qui auparavant étoit voisine du Disque C; car celui-ci en fournissoit sa portion de ce côté-là. Le *Fluide électrique* de ces deux Disques perd donc un peu plus de sa *Force expansive*; par où leurs Electromètres baissent. Mais le Disque C éprouve de son côté une double perte pareille: car dans le Grouppe, il ne fournissoit, par chacune de ses deux Faces, que la moitié du *Fluide déférent* que recevoit l'*Air* & maintenant il le fournit en entier: voilà donc pourquoi son Electromètre baisse plus que ceux des deux autres. Mais si l'on ramène ces trois Disques à la distance où ils étoient auparavant, sans même rétablir les Communications *conductrices*, les trois *Electromètres* s'élèvent, & celui du Disque C plus que les deux autres; parce que la même *économie* de *Fluide déférent* a lieu de nouveau quant à la portion de ce *Fluide* que doit avoir l'*Air*, & que le Disque C en profite plus que les deux autres. Si les trois Electromètres ne sont plus entièrement d'accord; comme cela arrive ordinairement par quelque inégalité dans les pertes qu'ils ont faites de *Fluide électrique*; en rétablissant les *Com-*

munications, l'équilibre entier se rétablit. Je reprendrai le sujet de ces Modifications que produit l'*Air* dans la quantité de *Fluide déférent* des Corps qu'il environne, après avoir décrit les autres Phénomènes qui en résultent.

336. Les dissipations du *Fluide électrique* même, durant ces Expériences, sont une circonstance inévitable, qui embarrasse beaucoup jusqu'à ce qu'on se soit accoutumé à y avoir égard. Quoique le *Fluide déférent* cédé à l'*Air* par les Conducteurs chargés, diminue doublement son pouvoir pour leur enlever de la *Matière électrique*; chacune de ses Particules qui vient en contact, leur enlève une portion de leur excédent; par où enfin ils le perdent en entier. Quoique l'*Air* soit *non-conducteur*, il peut, comme toutes les Substances de sa Classe, recevoir de la *Matière électrique* au contact; & c'est lui, bien plus qu'une imperfection de Faculté *non-conductrice* dans les Corps que nous employons pour *isoler* les Conducteurs, qui ne permet pas à ceux-ci de conserver long-tems un état différent du sien. On le voit par les *Pointes* fixées aux Conducteurs; car si ces *Pointes* communiquent avec l'Air, on ne sauroit *électriser* les Conducteurs dans aucun des sens: l'*Air*, arrivant Particule à Particule vers les

Pointes, qui ne peuvent lui céder ou lui enlever assez de *Fluide déférent* pour affoiblir son effet, modifie bientôt par elles les Corps auxquels elles sont fixées. Tandis que, si ces Pointes viennent s'appuyer contre le support isolant d'un Conducteur, elles ne produisent qu'un effet insensible: elles modifient sans doute la partie du support qu'elles touchent; mais cette partie ne *fuyant* pas comme l'*Air*, l'effet se borne sensiblement à ce point.

337. Je charge de nouveau le Grouppe B, C, A; ce qui fait diverger également ses *Electromètres*; puis j'approche lentement le Grouppe *a*, *c*, *b*. Dès que celui-ci commence à éprouver l'*Influence* du premier Grouppe, ses *Electromètres* l'indiquent; & quoique cette *Influence* ne se porte encore immédiatement que sur le Disque *a*, les trois *Electromètres* divergent également: & de même, quoique le Disque A seul exerce cette *Influence*, la divergence diminue également dans les trois *Electromètres* de son Grouppe. Ces effets opposés s'agrandissent, à mesure que les deux Grouppes s'approchent; & toujours leurs *Electromètres* respectifs marchent d'un même pas. Voila donc la Proposition de M. VOLTA, relative au Phénomène de Mylord MAHON, vérifiée sous la forme à la-

quelle je l'ai réduite, ſavoir ; « que quand un « Conducteur chargé modifie un Conducteur « voiſin, la *Force expanſive* du *Fluide électrique* « de ce dernier, change également dans toute « ſon étendue : » ce qui ſe prouve clairement ; par le Mouvement toujours égal, des *Electromètres* placés aux trois parties diſtinctes du Grouppe *a*, *c*, *b*; & réciproquement de ceux du Grouppe B, C, A. Sa Théorie générale ſur les *Influences électriques* ſe démontre auſſi très-clairement par cette même Expérience, en la pouſſant plus loin. Car lorſque la *Bouteille* avoit chargé le Grouppe B, C, A ſéparé de l'autre, le *Fluide électrique* étoit arrivé dans ce Grouppe au même degré de *Force expanſive* que celui de la Source par où la charge du Grouppe étoit arrivée à ſon *Maximum*. Mais lorſque le voiſinage du Grouppe *a*, *c*, *b* a produit une diminution dans la *Force expanſive* de ce *Fluide électrique* reçu par le Grouppe B, C, A, la *Bouteille* peut donner à celui-ci une nouvelle quantité de *Fluide électrique*; ce qui augmente auſſi-tôt la divergence dans les ſix Electromètres. Si alors on touche le Grouppe *a*, *c*, *b*, il fournit une Etincelle, & la *Force expanſive* de ſon *Fluide électrique* ſe met en équilibre avec le Sol : & quoiqu'il ait perdu ainſi une partie de ſa *Matière électrique*, & ſoit devenu réellement *négatif*, ſes

Electromètres font réduits fimplement au *Repos*. Alors auffi la Divergence diminue proportionnellement dans les Electromètres du Grouppe B, C, A; parce que la *Force expanfive* de fon *Fluide électrique* éprouve une nouvelle diminution; & la *Bouteille* peut faire une feconde addition à la première quantité qu'elle lui en avoit fournie. Mettant ainfi fucceffivement en communication, le Grouppe *a*, *c*, *b* avec le Sol, & le Grouppe B, C, A avec la *Bouteille*, on arrive enfin au *Maximum* d'Effet de leur pofition refpective: & alors, fi l'on fépare les deux Grouppes, le dernier lancera des *Aigrettes*, & reftera encore auffi chargé qu'il peut l'être par la *Bouteille* dans cette pofition; & toute cette quantité de *Fluide électrique* diffipée par les *Aigrettes*, fe trouvera manquer au Grouppe *a*, *c*, *b*. En cet état, les fix *Electromètres* divergeront beaucoup dans les deux Grouppes, par les caufes contraires; & ils divergeront également dans chaque Grouppe. Ainfi dans toutes les périodes de cette fuite d'Effets, la *Force expanfive* du *Fluide électrique* refte la même dans toutes les parties des deux Grouppes, malgré des différences de *Denfités*, auxquelles je viens maintenant.

338. Dans un Fluide dont l'*Action expanfive* dépend, non-feulement de fa *quantité* dans

un même Espace, mais encore de quelque Cause qui peut faire varier son degre de *Faculté expansive*; la connoissance de son degré actuel d'*Action expansive* ne suffit pas pour connoître son degré de *densité*. Ainsi, par exemple si l'on introduit des *Vapeurs aqueuses* dans un Vase clos, en observant l'effet qui en résulte sur le *Manomètre*; la connoissance, acquise par ce moyen, de l'*Action expansive* exercée par ces *Vapeurs* dans le Vase, ne suffit pas pour connoître leur *Densité*; il faut de plus une observation du *Thermomètre*. Car avec ce même degré donné de *Force expansive*, les *Vapeurs* qui l'exercent seront d'autant moins *denses*, que leur quantité de *Feu* sera plus grande. Or il en est de même du *Fluide électrique*. Le degré de *Force expansive* qu'il exerce dans un Conducteur; degré indiqué par l'*Electromètre*; n'est qu'une des Données nécessaires pour connoître sa *Densité*; il faut de plus découvrir, par les circonstances de la position de ce Conducteur; quelle quantité de *Fluide déférent* possède son *Fluide électrique*, tant en totalité, que dans ses différentes parties : car ce dernier *Fluide* y sera d'autant moins *dense*, qu'il y possédera plus de *Fluide déférent*.

339. C'est sous ce point de vue, que les Expériences dont je parle démontrent aussi la Proposition

Propofition de Mylord MAHON, dans les termes du moins où je l'ai réduite. Car avec même degré de *Force expanfive* du *Fluide électrique* dans les trois Difques du Grouppe *a*, *c*, *b*, durant l'Influence de l'autre Grouppe, il y a une différence fenfible dans fa *Denfité :* elle eft plus grande dans le Difque *b* que dans les deux autres, & moindre dans le Difque *a*. Quant au Difque *c*, s'il a été placé convenablement, relativement à l'autre Grouppe, la *Denfité* de fon *Fluide électrique* n'aura éprouvé aucun changement. C'eft, dis-je, à quoi fe réduit la Propofition de Mylord MAHON; & en changeant la place du Difque *c* dans le Grouppe *a*, *c*, *b*, fuivant la diftance ou la Charge de l'autre Grouppe, j'ai vérifié auffi tout ce qu'il a dit de l'effet de ces circonftances fur la place du Point où il ne trouvoit aucun changement dans l'état de fon *fecond* Conducteur. Ces Expériences étant très-importantes dans la Théorie des Phénomènes électriques, je vais ajouter quelques nouveaux détails à leur fujet.

340. J'ai dit ci-deffus, qu'auffi long-tems que les *Communications* reftent établies entre les Difques de chaque Grouppe, les Mouvemens *électrométriques* font uniformes dans chacun d'eux, quelque Modification qu'on leur faffe éprouver.

Mais malgré ce ſigne d'égalité conſtante de la *Force expanſive* du *Fluide électrique* dans toutes les parties du même Grouppe, le rapport de ſes *Denſités* varie par chacun de ces changemens. Mon Appareil me mettoit en état de vérifier cette différence dans toute la Marche du Phénomène, & je l'ai fait; de ſorte que cette Claſſe d'Expériences a encore beaucoup d'étendue dans mon Journal: mais il ſuffira d'un ſeul Exemple, tant pour faire connoître cette Marche, que pour expoſer les différentes conſéquences qui en réſultent à l'égard des Cauſes qui opèrent ces Modifications.

341. Tandis que le Grouppe B, C, A, amené fort près du Grouppe *a*, *c*, *b*, influe beaucoup ſur celui-ci, j'ênlève les deux *Communications* des Diſques *a*, *c*, *b*; ce qui ne change rien encore à l'état de leurs *Electromètres*. Mais ſi alors j'éloigne graduellement le Grouppe B, C, A, les *Electromètres a*, *c*, *b* ne varient plus également; & en voici la Cauſe immédiate. Quand on augmente d'une certaine quantité la diſtance du Grouppe B, C, A à l'autre Grouppe, cette quantité eſt une partie aliquote différente des diſtances précédentes du premier à chacun des Diſques *a*, *c*, *b*; elle eſt la plus grande à l'égard du Diſque *a*, elle eſt moindre à l'égard du

Diſque *c*, & moindre encore à l'égard du Diſque *b*. Or les effets des Eloignemens ſucceſſifs du Grouppe B, C, A, ſur la *Force expanſive* du *Fluide électrique* dans ces trois Diſques, ſuivent, pour chacun d'eux, ces Rapports de la nouvelle Diſtance à la Diſtance précédente : & comme il n'y a plus de Communication *conductrice* entr'eux, par où l'Equilibre de *Force expanſive* puiſſe ſe maintenir dans le Grouppe, les variations de leurs *Electromètres* reſpectifs, deviennent proportionnelles aux Influences du Grouppe B, C, A ; par où les différences qui ſe trouvent dans la *Denſité* de leur *Fluide électrique*, ſe manifeſtent bientôt. Voici la Marche de ces Effets.

342. Par un premier Eloignement du Grouppe B, C, A, l'Electromètre *a* baiſſe le plus, l'Electromètre *c* baiſſe moins, & l'Electromètre *b* moins encore : c'eſt l'effet des différences de proportion dans l'augmentation des Diſtances. Dans cette retraite graduelle, il y a un point, où l'Electromètre *a* eſt réduit à o : à ce point donc, la *Force expanſive* de ſon *Fluide électrique* eſt devenue égale à celle du *Fluide* du Sol ; ou plus immédiatement de l'Air voiſin, car il peut y avoir quelque différence de ſon état électrique à celui du Sol. En ce moment les deux Elec-

tromètres *c* & *b* divergent encore; mais l'Electromètre *b* plus que l'Electromètre *c*. Eloignant de nouveau le Grouppe B, C, A, les Electromètres *b* & *c* continuent à descendre; mais alors l'Electromètre *a* s'élève de nouveau. On découvre donc ainsi, que le Disque *a* est dans l'état *négatif*; c'est-à-dire, qu'il a perdu une portion de son *Fluide électrique*, & que, si néanmoins le Fluide restant exerçoit auparavant plus de *Force expansive* que celui du Sol, c'étoit parce qu'il recevoit du *Fluide déférent* du Grouppe B, C, A, dans une plus grande proportion que celle de sa perte de *Fluide électrique*. Mais dans ce moment, la quantité de *Fluide déférent* qu'il reçoit du Grouppe éloigné B, C, A, n'étant plus suffisante pour compenser cette perte, son état *négatif* se fait appercevoir. Continuant à éloigner ce dernier Grouppe, les Electromètres *a*, *c*, *b*, se fixent enfin; & si l'Electromètre *c* se trouve alors réduit à o, les deux autres divergent à-peu-près d'une même quantité; l'Electromètre *a* par l'état *négatif* de son Disque, & l'Electromètre *b* par l'état *positif* du sien. Dans ce cas donc, le *Fluide électrique* qui étoit sorti du Disque *a* durant l'Influence du Grouppe B, C, A, ne s'étoit point arrêté dans le Disque *c*, mais avoit passé totalement dans le Disque *b*. Faisant alors communiquer entr'eux les Disques

a & *b*, on a la preuve de ce tranſport du *Fluide électrique* de l'un à l'autre, en ce que leurs deux Electromètres ſe réduiſent auſſi à o.

343. On comprend bien, que dans tout ce qui précède j'ai fait abſtraction des Cauſes d'irrégularité qui accompagnent ces Expériences; entre leſquelles, celle qui réſulte de la perte que font les deux Grouppes d'une partie de leur *Fluide électrique* durant les opérations, a toujours lieu à quelque degré. Je dis les *deux* Grouppes; car quoique le Grouppe *a*, *c*, *b*, n'ait point reçu de *Fluide électrique*, l'augmentation de *Force expanſive* qu'éprouve le ſien propre durant l'Influence du Grouppe B, C, A, le rend ſujet à en perdre, par toutes les Cauſes qui lui en enlèveroient s'il en avoit reçu une quantité ſurabondante. Ainſi, pour peu que l'opération dure, le Grouppe *a*, *c*, *b*, devient un peu *négatif*, comme le Grouppe B, C, A perd une partie de ſon état *poſitif*; ce à quoi l'on doit avoir égard pour fixer les réſultats des Expériences.

344. On voit auſſi par-là, pourquoi mes Expériences électriques ont été ſi ſouvent interrompues. Car elles avoient toujours pour but de déterminer les *Loix* des Phénomènes; ce

qui exige néceſſairement du tems, ſoit pour opérer, ſoit pour obſerver. Jamais je n'ai pu m'occuper avec quelque fruit de ces Expériences, que lorſqu'en même tems mon Hygromètre étoit aux environs de 45° (§ 55), & mon Thermomètre à environ + 8 (5° de *Fahr.*); & ſi la *Chaleur* étoit plus grande, il falloit que l'Hygromètre fût plus bas dans une aſſez grande proportion. Par-là j'ai toujours été obligé d'abandonner ces Expériences vers le milieu du Printems, & juſqu'en Automne; car quoique l'*Hygromètre* ſoit quelquefois plus bas que 45°, dans cet Intervalle, c'eſt rarement en proportion de ce que le Thermomètre eſt au-deſſus de + 8: & s'il y a quelques petits eſpaces de tems durant cette longue ſuſpenſion, où les Expériences ſoient poſſibles; on ne peut guères en profiter, quand on les a perdues de vue, pour s'occuper d'autres objets. L'*Iſolement* des Conducteurs dans l'Atmoſphère, ne tient donc pas uniquement à ſon degré de *Sécchereſſe*; degré que l'*Hygromètre* indique immédiatement: il tient d'abord, à la quantité des *Vapeurs aqueuſes*, dont l'*Hygromètre* n'eſt qu'un des indices; & il paroît tenir à la *Chaleur* par quelque choſe de plus, que comme à un autre indice de la quantité des *Vapeurs aqueuſes*: car il me ſemble, qu'une plus grande quantité de *Feu libre* mêlé

à l'*Air* & aux *Vapeurs* contribue à diminuer cet *Isolement*; comme elle diminue la Faculté *non-conductrice* dans les Substances solides qui la possèdent au plus haut degré. On ne peut donc espérer quelques Jours favorables de suite, & à de petites distances de tems, que dès le commencement de l'Automne; & l'*Humidité* réelle vient alors à son tour traverser les Expériences. Il faut donc bien de la constance pour ne pas se rebuter; sur-tout quand on tâtonne encore; puisque tous les Jours favorables d'une Année entière, ne produisent souvent que la connoissance des défauts des Appareils & quelques Idées pour y remédier.

345. Après avoir établi les deux Propositions, en apparence contradictoires, de Mylord MAHON & de M. VOLTA, sur l'effet que produisent les *Influences électriques* dans un même Conducteur, je vais montrer comment mon Systême les embrasse l'une & l'autre. Le Phénomène qui se manifeste le premier; savoir, une égale divergence des Electromètres *a*, *c*, *b*, à l'approche du Grouppe B, C, A, & la diminution simultanée qu'éprouvent, aussi également, dans la leur, les Electromètres de ce dernier Grouppe; est l'un des effets réciproques du passage d'une partie du *Fluide déférent*

de ce dernier Grouppe, au Grouppe *a*, *c*, *b*; par où la *Force expansive* du *Fluide électrique* augmente dans celui-ci, & diminue dans l'autre. Mais le Disque *a*, comme plus voisin de l'autre Grouppe, reçoit plus de son *Fluide déférent*, que n'en reçoivent les Disques *c* & *b*, & sur-tout le Disque *b* qui en est le plus éloigné: & puisque cependant une même *Force expansive* doit s'établir entre les trois Disques en communication, ce ne peut être que par le passage d'une portion du *Fluide élecrique*, du Disque *a* aux deux autres; portion dont le Disque *b* reçoit le plus, parce qu'il reçoit le moins de *Fluide déférent*, & que par conséquent la *Force expansive* de son *Fluide électrique* éprouve le moins d'augmentation. Et si le Disque *c* se trouve précisément à la distance où la quantité de *Fluide déférent* qu'il reçoit suffit pour donner à son *Fluide électrique* le degré de *Force expansive* qu'acquiert la totalité de celui du Grouppe, il n'éprouve ni augmentation ni diminution dans sa quantité de *Matière électrique*; celle qui abandonne le Disque *a*, passant alors toute entière au Disque *b*.

346. Il en est inversement de même de l'état des Disques dans le Grouppe B, C, A. Le Disque A, comme le plus voisin du Grouppe

a, *c*, *b*, fournit le plus de *Fluide déférent* à celui-ci ; & le Disque B, comme le plus éloigné, lui en fournit le moins : le *Fluide électrique* de ce dernier conserve donc plus de *Force expansive* que celui des deux autres ; & par-là il s'étend vers eux : & si le Disque C se trouve à telle distance de l'autre Grouppe, que la quantité de *Fluide déférent* qu'il lui fournit laisse néanmoins son *Fluide électrique* au degré de *Force expansive* qui devient l'état uniforme de son Grouppe, il ne perd ni n'acquiert du *Fluide électrique*. Dans ce Grouppe donc, comme dans le Grouppe *a*, *c*, *b*, quoique la *Force expansive* du *Fluide électrique* change également dans les trois Disques, la *Densité* n'y change point également, ni même dans le même sens : elle augmente dans le Disque A, elle diminue dans le Disque B, & le Disque C est le seul où, suivant sa position, elle puisse n'éprouver aucun changement. C'est ce qu'on apperçoit aussi, quand on a enlevé les Communications de ses Disques avant que de l'éloigner de l'autre Grouppe. Car la Divergence de l'Electromètre A augmente plus qu'elle n'avoit diminué par l'approche de l'autre Grouppe ; celle de l'Electromètre C augmente à-peu-près de la quantité dont elle avoit diminué ; &

l'Electromètre B peut rester au même point où il avoit été réduit.

Il ne me reste plus à expliquer, à l'égard de ces Phénomènes, que les Effets de l'*Air* sur les deux Grouppes; mais comme c'est l'une des plus importantes de leurs Circonstances, j'en ferai l'objet d'une nouvelle Section.

FIN DE LA Ire PARTIE.



IDÉES

SUR LA

MÉTÉOROLOGIE,

TOME I. SECONDE PARTIE.

SUITE

Du Chapitre III *de la* IIe Partie.

Section VI.

*Des Effets de l'*Air *dans les* Influences électriques. *Parallèle de quelques Modifications du* Fluide électrique *avec les Modifications analogues du* Feu.

347. Je vais reprendre ici l'explication que j'ai commencée dans la Section précédente, de cette partie remarquable de tous les Phénomènes des *Influences électriques*; ſavoir: « que les Changemens de *Denſité* du *Fluide électrique* qui ſont « les Effets de ces *Influences*, ne ſe manifeſtent, « par des Changemens proportionnels dans ſa « *Force expanſive*, que lorſque les *Influences* qui « les ont produits ont ceſſé: » c'eſt ce qu'on a vu dans les deux *Grouppes* de la Section précédente, & dans les *Armures* de l'*Electrophore* & du *Condenſateur*. Cette première Loi découle de la Cauſe immédiate des Phénomènes de ſa Claſſe; car la préſence d'un Corps électriſé ne produit des changemens de *denſité* du *Fluide électrique* dans les diverſes Parties d'un ſyſtême de Corps, que parce qu'elle y change inverſement ſa *Force expanſive*. Or l'iſolement ſubſé-

quent des Parties, tant qu'il ne consiste que dans une *cessation* de communication conductrice entr'elles, laisse tout d'ailleurs dans le même état. Mais quelle est la Cause du changement qui a lieu dans ces Parties distinctes d'un système de Corps, quand le Corps électrisé cesse d'agir sur elles ? Comment arrive-t-il que le *Fluide électrique* exerce alors dans chacune d'elles une *Force expansive* proportionnelle à sa *densité ?* Il n'est arrivé à aucune de ces Parties d'autre changement apparent, que la cessation d'action du Corps électrisé sur elles ; par où l'on pourroit expliquer avec quelque apparence de fondement, pourquoi le *Fluide électrique* des Parties auparavant les plus voisines de ce Corps, cesse d'agir avec autant de force que lorsqu'il étoit présent : « elles n'en reçoivent plus (diroit-on) « l'*influence fortifiante* ». Mais comment s'accroît alors la *Force expansive* des Parties auparavant les plus éloignées du Corps électrisé ? C'est-là une question à laquelle les *Loix* simples des *Influences électriques* ne répondent qu'en répétant le Fait ; & pour laquelle il faut avoir recours à quelque Méchanisme déterminé, dont l'application à ce Phénomène sera un *Criterium*. J'ai déjà dit que cette Circonstance des Phénomènes électriques a sa Cause dans l'*Air*, qui, en général, joue un très-grand rôle dans les Phénomènes électriques.

C'eſt lui qui contribue le plus à rétablir l'équilibre électrique des Subſtances *non-conductrices* & des Corps qu'elles iſolent, avec les autres Subſtances, quand cet équilibre a été rompu (§ 283) : on le verra auſſi contribuer aux *Mouvemens électriques*; & c'eſt par lui, comme je viens de le dire, qu'eſt produit le Phénomène qui ſera l'objet principal de cette Section.

348. Je prendrai ici pour Exemple, les deux Grouppes de Diſques, dont j'ai expoſé les Phénomènes dans la Section précédente; & je conſidérerai d'abord ces Grouppes, dans les momens où, ſoit écartés, ſoit voiſins, leurs *Electromètres* ſont fixés à certains points : ce qui ſemble d'abord indiquer un *Repos* des Cauſes. Mais j'ai déjà eu occaſion de faire remarquer pluſieurs fois, qu'il n'eſt peut-être dans la Nature aucun état ſenſiblement durable des Subſtances, qui ſoit l'effet d'un *Repos* abſolu : c'eſt-à-dire, que celui qu'on remarque dans les Maſſes, eſt néanmoins accompagné d'une agitation perpétuelle dans les Particules, & ſouvent de changemens contraires, qui ſe compenſent aſſez pour que nous ne les appercevions pas. Ainſi l'état de nos deux Grouppes voiſins l'un de l'autre, dans lequel les Electromètres demeurent fixes, n'eſt point un état de *Repos*. Je ne parle pas même

ici de la circulation perpétuelle du *Fluide électrique*, qui eſt ſon état ordinaire ſur tous les Conducteurs: je parle de l'état même des Particules individuelles de ce *Fluide*; lequel n'eſt peut-être pas le même deux inſtans de ſuite pour aucune d'elles; parce que leur état dépend toujours des circonſtances où elles ſe trouvent, & qu'elles en changent continuellement. La compoſition *actuelle* du *Fluide électrique*, comme celle des *Vapeurs aqueuſes* (§ 11), dépend du rapport des quantités de ſes deux Ingrédiens dans le lieu; & ce rapport change ſans ceſſe avec les circonſtances, dont une des principales eſt le rapport des Etats électriques, entre l'*Air* & chaque partie des Corps qu'il environne. Mais je ne parlerai ici que des Grouppes entiers; ou s'il s'agit des Diſques conſidérés ſéparément, ce ſera toujours dans leur Modification totale.

349. Je n'avois fait mention juſqu'ici que de tranſports de *Fluide déférent*, du Grouppe B, C, A au Grouppe *a*, *c*, *b*; mais les Additions que reçoit ainſi ce dernier, ſont l'*excès* de ſes *acquiſitions* ſur ſes *pertes* ſimultanées: & inverſement; les Pertes abſolues que fait ainſi le Grouppe B, C, A d'une partie de ſon *Fluide déférent*, ſont l'*excès* de ſes *pertes* ſur ſes *acquiſitions* ſimultanées; voici comment. Auſſi-tôt que le

Grouppe

Grouppe *a*, *c*, *b* a reçu du *Fluide déférent* du Grouppe B, C, A; ſe trouvant par-là poſſéder une portion plus grande de ce *Fluide*, qu'il ne doit en avoir d'après le rapport de la quantité de ſa *Matière électrique* avec celle de l'*Air*; celui-ci lui enlève une portion de ce ſurplus de *Fluide déférent*. D'un autre côté, dès que le Grouppe B, C, A, a cédé ce *Fluide déférent* au Grouppe *a*, *c*, *b*, & qu'il ſe trouve en poſſéder par-là une quantité moindre que celle qu'il doit en avoir à cauſe de ſon excès de *Matière électrique* relativement à l'*Air*, celui-ci lui rend de ce *Fluide:* par où il en fait paſſer de nouveau au Grouppe *a*, *c*, *b*. Il s'établit donc une Circulation du *Fluide déférent*, entre le *Milieu* & les Grouppes; comme il arrive à l'Air d'une Chambre, & aux Liquides dans les Vaſes, de circuler, quand quelque Cauſe rompt l'équilibre de leurs Colonnes; ce que la Théorie nous apprendroit ſeule, quand nous ne l'appercevrions pas quelquefois par des Corps légers, flottans dans l'Air, ou nageans ſur les Liquides. Et ce qui nous montre auſſi qu'il y a Circulation du *Fluide déférent* dans le Phénomène dont je parle, c'eſt le changement qui s'opère dans les *Electromètres* des Diſques, ſoit lorſqu'on ſépare ſimplement leurs Grouppes, ſoit plus ſenſible-

ment, lorsqu'avant de les séparer, on enlève les *Communications* qui se trouvoient entre leurs Disques, & qu'on les sépare eux-mêmes. Car alors tous ceux de ces Disques, qui, dans leur position précédente, avoient toujours un *excès* de *Fluide déférent*, comparativement au rapport de leur quantité de *Matière électrique* avec celle de l'*Air*, perdent avec lui cet *excès*, sans qu'il se renouvelle; & tous ceux qui éprouvoient au contraire un *défaut* de ce *Fluide*, comparativement au même rapport, en reprennent de l'*Air*, & n'en perdent plus. Alors donc aussi les *Electromètres* viennent à indiquer la *Densité* moyenne du *Fluide électrique* dans leurs Disques respectifs, parce que sa *Force expansive*, qu'ils indiquent immédiatement, lui devient proportionnelle: ce qui n'a jamais lieu dans aucun Corps, que lorsqu'il a l'*Air* seul pour Substance environnante; & n'a lieu même sur toutes les parties d'un même Corps, que lorsqu'il est *sphérique*. C'est ce que je montrerai dans la Section suivante, où je traiterai des *Mouvemens électriques* & de leur Cause immédiate.

350. Telles sont donc les Causes *méchaniques* de ces Phénomènes, qui avoient été expliqués, ou par des *Influences électriques*, en les réduisant

ainsi à de simples *Loix* comme *Causes :* ou par des *Atmosphères électriques*; sans déterminer assez en quoi consistoient ces *Atmosphères*; sur-tout, sans suivre d'assez près les effets nécessaires des *Atmosphères* définies, & leurs rapports avec les Phénomènes. J'ai été aussi précis qu'il m'a été possible dans l'exposition de mon Systême à cet égard, pour qu'on puisse mieux examiner, & la nature des Causes supposées, & le rapport de leurs effets nécessaires avec les Faits; & je continuerai à montrer ce rapport dans les autres Phénomènes qui me restent à expliquer.

351. Avant que de quitter l'objet général des *Influences électriques*, je dois faire observer l'analogie des Phénomènes de cette Classe avec les Effets que j'ai attribués à la *Lumière* dans la production de la *Chaleur.* Tout ce que j'ai exposé à l'égard de l'*Electromètre* dans ces dernières Sections, se rapporte exactement à ce que j'ai dit du *Thermomètre* en traitant de la *Chaleur*, & du *Manomètre* en parlant de l'Action méchanique des *Vapeurs aqueuses* (§ 340): chacun de ces Instrumens, veux-je dire, n'indique que le degré actuel de *Force expansive* du Fluide qui le concerne, & par conséquent ne nous apprend rien immédiatement sur sa *Densité.* En réunissant ces trois Fluides dans une même Classe,

je leur ai assigné pour caractère commun, d'être composés de deux Ingrédiens foiblement unis, dont l'un; savoir le *Fluide déférent* spécifique, qui est la cause immédiate du Mouvement des Particules de ces Fluides, leur en communique d'autant plus, qu'il est plus abondant. Désignant ensuite ces *Fluides déférens* d'après les Phénomènes, & ayant montré que le *Feu* étoit le *Fluide déférent* des *Vapeurs aqueuses*, j'ai assigné, par analogie, la *Lumière* pour *Fluide déférent* au *Feu*. Et comme plus de *Feu* donne plus de *Force expansive* aux *Vapeurs aqueuses*, j'en ai conclu que plus de *Lumière* donne plus de *Force expansive* au *Feu :* par où j'ai expliqué une partie de l'influence des *Rayons Solaires* sur la *Chaleur*. Mais nous ne pouvons suivre une même Masse de *Feu* dans ses Modifications; parce que le *Feu* fuit ou revient trop promptement, quand il tend plus ou moins à s'étendre; & par conséquent on ne peut démontrer immédiatement, ni déterminer avec certitude, cette partie des effets de la *Lumière*, qui consiste à donner plus de *Force expansive* au *Feu*. C'est ce que j'ai déjà fait remarquer en terminant la Section qui traite du *Feu*; mais en annonçant en même tems (§ 151) que j'ajouterois à l'exemple déjà donné de semblables Modifications dans les *Vapeurs aqueuses*, un nouvel exemple tiré, « d'une

« autre Espèce de *Vapeur*, plus active à quelques « égards que le *Feu*, & qui cependant peut « être contenue comme les *Vapeurs aqueuses*, & « être ainsi soumise à l'Expérience; savoir le « *Fluide électrique* ». Or je crois avoir rempli cet engagement, en faisant voir que, lorsqu'une même Masse de *Fluide électrique* possédée par un même Corps reçoit une plus grande quantité du *Fluide déférent* de son Espèce, il en résulte les mêmes effets sur sa *Force expansive*, que si l'on eût augmenté la quantité même du *Fluide électrique*. Il n'y a donc de différence à cet égard entre le *Feu* & le *Fluide électrique*, que dans la rapidité des Phénomènes analogues. Mais il y a déjà la même différence entre le *Fluide électrique* & les *Vapeurs aqueuses*; & dans ces dernières, les Modifications dont je parle sont évidentes. Ainsi la différence de rapidité dans ces Phénomènes, n'indique point une différence dans le genre de leurs Causes.

352. Je pourrois m'étendre davantage sur ce sujet, & montrer en particulier une source de différence dans la rapidité des Modifications du *Feu* & du *Fluide électrique*, qui résulte de cette circonstance; savoir, que le *Feu* pénètre les Corps, & qu'ainsi ses Modifications affectent toute leur Masse; tellement que ce Fluide ne

peut être modifié qu'au bout d'un certain tems par les Causes extérieures; sur-tout, par la lenteur de son Mouvement progressif: tandis que, par quelque Cause que le *Fluide électrique* soit modifié, tout se passe comme si ces Modifications n'avoient lieu qu'à la Surface des Corps. Mais cette discussion me mèneroit trop loin; & d'ailleurs ce n'est pas ici que je me propose d'examiner si le *Fluide électrique* pénètre les Corps. Je vais donc passer maintenant aux *Mouvemens* électriques, qui aideront encore à établir, par des Exemples évidens, les Modifications que les Fluides de la Classe des *Vapeurs* éprouvent dans leur *Force expansive*, par la seule différence de quantité de leurs *Fluides déférens* respectifs.

SECTION VII.

Des Mouvemens électriques.

353. ON nomme communément *Attraction & Répulsion*, les Mouvemens des Corps *électrisés* libres, qui, tantôt s'approchent, tantôt s'écartent mutuellement. J'emploirois ces expressions d'usage, si tous les Physiciens les prenoient dans un sens figuré: mais comme plusieurs les emploient dans un sens qu'ils regardent comme propre, y attachant l'Idée de *Cause*, je les

éviterai, & je nommerai feulement *Tendance* à s'approcher ou à s'écarter, ce qu'on défigne par *Attraction* & *Répulfion*. Je regarde ces *Tendances*, comme les Effets d'une Caufe qui agit toujours par *Impulfion*; la même que celle d'où réfultent médiatement toutes les *Affinités*. Mais il ne s'agira pas ici de cette Caufe; je veux expofer feulement, les circonftances dans lefquelles elle produit les *Mouvemens électriques*; pour déduire enfuite de ces circonftances, les Caufes immédiates de ces *Mouvemens*.

354. En déterminant les *Différences* fpécifiques du *Fluide électrique* & des *Vapeurs aqueufes*, j'ai indiqué les *Tendances* particulières des deux Ingrédiens qui compofent la première de ces *Vapeurs*; & de ces mêmes déterminations, d'où font déjà découlés les Phénomènes que j'ai expliqués jufqu'ici, découleront encore les *Loix* des *Mouvemens électriques*; dont la première, & qu'on peut regarder comme fondamentale, eft: « que les Corps libres *électrifés*, ne fe *meu-* « *vent*, qu'en raifon des quantités de la *Ma-* « *tière électrique* feule; c'eft-à-dire, en raifon « des *Denfités* du *Fluide électrique*, & non de « fes degrés de *Force expanfive* ». Ainfi, quoique le *Fluide déférent* foit la Caufe de la diftribution de la *Matière électrique* dans les Corps,

& qu'ainsi ce soit lui qui achemine tous les *Mouvemens électriques*; il n'y entre pour rien de sensible par sa présence ou son absence dans les Corps mobiles. Car c'est par un certain degré de résistance à quitter les Corps auxquels elle appartient, qu'une Substance peut les entraîner pour suivre ses *Tendances*; & le *Fluide déférent électrique* se sépare sans effort de ceux à qui il appartient, dès qu'il y est déterminé suivant les Loix de son équilibre.

355. C'est donc par la raison contraire, que la *Matière électrique* est une Cause de *Mouvement* dans les Corps électrisés. Lorsqu'elle appartient à quelque Corps, elle résiste à s'en séparer: ainsi, quoiqu'elle continue à tendre vers les autres Corps qui en possèdent moins, c'est plus foiblement, suivant quelque rapport avec leur distance. Et comme toute *Tendance* est réciproque, les Corps qui ont le moins de *Matière électrique* tendent réciproquement vers ceux qui en ont le plus. Ne considérant donc encore que cette Cause générale, il est évident que, « si l'Effort nécessaire pour déplacer deux Masses de « Substances qui diffèrent en quantité de *Matière* « *électrique* (ou l'une des deux Masses), est moindre que l'une & l'autre de ces deux quantités; savoir le degré de force avec lequel la

« *Matière électrique* tend à rester à la Masse qui « en a le plus, & la *Tendance* des deux Masses « l'une vers l'autre, produite par ce manque « d'équilibre de la *Matière électrique* entr'elles, « les deux Masses alors se mouveront l'une vers « l'autre (ou l'une des deux se mouvera dans ce « sens) ». Je m'explique par une comparaison. Les Corps *électrisés* qui se meuvent sont ordinairement des espèces de *Pendules*. Je suppose donc un gros *Pendule*, que je veux tirer de la perpendiculaire au moyen d'une Corde. Il faut d'abord sans doute que l'Effort nécessaire pour l'en tirer, soit moindre que celui qui romproit la Corde ; car autrement elle se romproit ; il faut aussi que cet Effort soit moindre que ma Force ; car sans cela je ne pourrois mouvoir le Pendule. Or la *Corde* représente ici la *Tendance* de la *Matière électrique* à rester unie à la Masse de Substance qui en a le plus ; & ma *Force*, représente la *Tendance* des deux Masses de Substance à s'approcher l'une de l'autre à cause du manque d'équilibre dans leur quantité de *Matière électrique*. Lors donc que ces *Tendances* seront l'une & l'autre plus fortes que la résistance des Corps à se mouvoir, ils se mouveront. On verra comment cette Cause agit pour produire les *Mouvemens électriques*, en comprenant l'*Air* au nombre des Substances

qui y sont soumises. Mais auparavant je dois rappeler les Loix de ces *Mouvemens* dans les Corps sensibles, & montrer par les Phénomènes, qu'ils sont liés uniquement aux quantités de *Matière électrique* que possèdent les Corps.

356. Les *Loix* connues des *Mouvemens électriques* dans les Corps sensibles, sont celles-ci. « Les Corps, libres de se mouvoir, qui sont « dans un même état électrique que le *Milieu* « qui les environne, restent en repos. S'ils « sont tirés de cet état en sens contraire; l'un « devenant ainsi *positif* & l'autre *négatif*; ils « s'*approchent* l'un de l'autre. S'ils deviennent « tous les deux, ou *positifs*, ou *négatifs*, ils « s'*écartent* l'un de l'autre. Enfin, si un seul « des deux Corps peut obéir à ces *Loix*, il se « meut seul ». J'ai donc à démontrer que ces états nommés *positif* & *négatif*, dont l'un exprime un *excès*, & l'autre un *défaut*, comparativement à l'état du *Milieu* ne regardent point le *Fluide électrique* complet, mais seulement la *Matière électrique* qui en fait partie : ou en d'autres termes; qu'ils ne regardent point le degré de *Force expansive* du *Fluide électrique*, mais seulement son degré de *Densité*.

357. Je commençai fort à tâtons les Expériences par lesquelles j'entrepris de découvrir

la Cauſe des *Mouvemens électriques.* Mes premières tentatives à cet égard furent ſur les Balles de *Moëlle* qu'on emploie ordinairement : mais auſſi long-tems que je m'en ſervis, je ne vis rien de certain dans les réſultats de mes Expériences. Néanmoins ces premiers eſſais ne furent pas ſans fruit ; car ils me conduiſirent à découvrir les Cauſes de l'inconſtance que je voyois régner dans les réſultats, & me ſuggérèrent les moyens d'y remédier. Je trouvai d'abord que, lorſque ces Balles étoient ſuſpendues par de ſimples Fils (de *Soie* ou de *Lin* ſuivant le cas), elles étoient ſi *volages*, qu'elles paſſoient ſouvent dans des états contraires, par les différentes poſitions qu'elles prenoient autour des Conducteurs. J'y remédiai, en ſuſpendant toutes mes *Balles*, ſoit ſeules, ſoit par Paires, à la manière de celle de l'*Electroſcope* à Cadran de M. HENLEY ; c'eſt-à-dire, par des Baguettes inflexibles, pendant librement ſur un Axe. Les Balles ne pouvant ainſi ſe mouvoir que dans des plans déterminés, je pus déterminer auſſi l'*Influence* qu'elles éprouvoient. Un autre défaut de ces Balles, qui me traverſa long-tems ſans que j'y fiſſe attention, vient de la raiſon même pour laquelle on les emploie ; ſavoir, la poroſité de leur Subſtances, qui les rend très-légères. Mais il en réſulte que les Conduc-

teurs auxquels elles sont appliquées, ne peuvent jamais conserver que des degrés très-foibles d'*Electrisation:* car elles transmettent très-aisément le *Fluide électrique* à l'*Air*, ou en reprennent de lui, par les petites lames qui servent de Cloisons à leurs Pores. Je ne pus donc faire avec certitude aucune Expérience de quelque durée, que lorsque j'eus substitué aux Balles de *Moëlle*, des Balles *métalliques* creuses, & que j'eus donné à celles-ci une grosseur suffisante, pour qu'il ne s'y formât pas plutôt des *Aigrettes*, qu'aux Conducteurs auxquels elles étoient appliquées. C'est donc avec des *Electroscopes* de cette sorte, que je repris toutes les Expériences qui m'avoient conduit à en connoître la nécessité. Je vais rapporter maintenant celles de ces Expériences qui montrent le plus clairement la Cause immédiate des *Mouvemens électriques*.

358. J'emploie deux des *Disques* que j'ai décrits dans les Sections précédentes; l'un desquels, que je nommerai A, sera *electrisé*; & l'autre, B, sera en communication avec des *Balles*, sur lesquelles se portera l'*Influence* du Disque A, en même tems que sur le Disque B. Dans la première Expérience que je vais décrire, je suppose aussi que le Disque B est *électrisé*, mais dans un sens que j'ignore. Je vois qu'il est

électrisé, parce qu'une Paire des *Balles* que j'ai décrites, mise en communication avec lui vis-à-vis d'une de ses Faces, se trouve *diverger*. Le moyen de découvrir par quelle *Electrisation* divergent ces *Balles*, sera d'électriser le Disque A dans un sens connu, & d'observer le Mouvement qu'elles feront à son approche. Mais le côté par lequel on l'approchera du Disque B n'est pas indifférent; car, par cette approche, les *Balles* pourront se mouvoir dans les sens contraires: la Règle est donc celle-ci. Si le Disque A, présenté à celles des Faces du Disque B vis-à-vis de laquelle se trouvent les *Balles*, fait *diminuer* la Divergence de celles-ci; ou s'il la fait *augmenter* en le présentant à la Face opposée, le Disque B aura la même espèce d'*Electrisation* que le Disque A: si ces Mouvemens sont inverses, les *Electrisations* des Disques seront opposées.

359. Cette Expérience, à laquelle les Commençans en Electricité doivent faire beaucoup d'attention, montre déjà la Cause immédiate des *Mouvemens électriques*. De quelque côté du Disque B, qu'on lui présente le Disque A (à une même distance), le changement de la *Force expansive* de son *Fluide électrique* sera le même, & uniforme dans toutes ses parties, y compris les *Balles*: mais il n'en sera pas ainsi de son

degré de *Denſité*; car le rapport de ce degré entre le Diſque & ſes *Balles*, changera en ſens contraire, dans les deux poſitions du Diſque A; & c'eſt de-là que réſultent les Mouvemens contraires des *Balles*. Je ſuppoſe que les deux Diſques ſoient électriſés *poſitivement*. Le Diſque A, approché du Diſque B par l'une ou l'autre de ſes Faces, produira une *augmentation* uniforme de la *Force expanſive* du *Fluide électrique* dans toutes ſes parties, y compris les *Balles*: c'eſt ce que les Expériences précédentes ont démontré. Mais il n'en ſera pas de même de la *Denſité* de ce *Fluide*: celle-ci diminue toujours ſur un Conducteur dans les parties les plus voiſines d'un Corps *poſitif*, & elle augmente dans les parties qui en ſont les plus éloignées: c'eſt encore ce que les Expériences précédentes ont démontré. Lors donc que je préſente le Diſque A à la Face du Diſque B où ſe trouvent les *Balles*; celles-ci étant la partie *la plus voiſine* du premier, reçoivent le plus de ſon *Fluide déférent*, & leur *Matière électrique* perd de ſa *Denſité*: par où leur Divergence *diminue*. Mais ſi je préſente le Diſque A à la Face oppoſée du Diſque B; les *Balles* ſont alors la partie de ce Grouppe qui reçoit le moins de *Fluide déférent*: la *Denſité* de leur *Fluide électrique* augmente

donc, par celui qui leur vient du Disque; & leur Divergence *augmente.*

360. L'Expérience suivante fournira les deux cas à la fois, d'une manière plus frappante même & plus démonstrative. Je supposerai en communication avec le Disque B, deux Paires de *Balles* semblables aux précédentes, dont voici la monture & l'arrangement. Il faut d'abord épargner la matière, autant qu'il est possible, au point de suspension des Balles; c'est-à-dire, à la Pièce qui porte les *Axes* de leurs Baguettes; pour que le Volume de cette partie du petit Appareil, fasse la plus petite portion possible de son Volume total, sans néanmoins qu'aucun *Angle*, favorise la dissipation ou l'admission du *Fluide électrique.* Deux Paires de *Balles* ainsi montées, portées par des Bras *isolans*, sont placées de part & d'autre, & à quelque distance du Disque B. La position de ces *Electroscopes* semblables, doit être telle que leurs Balles se trouvent vis-à-vis du centre du Disque, & que leurs Mouvemens se fassent dans des plans parallèles au sien. Enfin j'établis entre les Pièces de suspension des Balles & le Disque, des Communications *conductrices*, que je puis enlever sans rien changer à l'état respectif du *Disque* ni des *Balles.*

voisines, reçoivent le plus de son *Fluide déférent*; & leur *Fluide électrique*, acquérant ainsi plus de *Force expansive* que celui du reste du Grouppe, s'y répand en partie. L'équilibre de *Force expansive* du *Fluide électrique* est alors établi dans tout le Grouppe; mais sa *Densité* n'y est pas égale. D'abord elle a diminué dans les *Balles* voisines du Disque A, & par-là elle s'y trouve *moindre* que celle du *Fluide électrique* du Sol & du Milieu; ce qui fait *diverger* ces Balles, comme étant l'une & l'autre *négatives*. D'un autre côté, le *Fluide électrique* sorti de ces premières *Balles*, ne s'est pas arrêté dans le Disque B; parce que ce Disque reçoit aussi un peu du *Fluide déférent* du Disque A; il est passé dans les *Balles* éloignées: alors donc le *Fluide électrique* de ces Balles est devenu *plus* dense que celui du Sol & du *Milieu*; & elles *divergent*, comme étant l'une & l'autre *positives*. Si l'on enlève les *Communications*, & ensuite le Disque B, la *Divergence* des deux Paires de Balles reste la même; car alors la *quantité* respective de leur *Fluide électrique* ne sauroit changer. Leur *Divergence* ne changera pas non plus sensiblement, soit qu'on enlève le Disque A, ou qu'on change sa position auprès d'elles: car quoique par ces changemens, la *Force ex-*

panſive du *Fluide électrique* des *Balles* en éprouve de ſenſibles, ſa *Denſité* ne change pas ſenſiblement; parce qu'il ne peut ſe déplacer que dans l'étendue du petit Appareil dont les Balles ſont la plus grande partie. Et dans ces petits changemens encore, la même Cauſe produit les mêmes Effets proportionnellement à ſon intenſité. Si l'on approche le Diſque A de la Paire des *Balles* devenues *négatives*, leur Divergence augmente un peu; parce que le Diſque, au centre duquel elles correſpondent, leur communique proportionnellement plus de ſon *Fluide deférent*, qu'il n'en communique à leurs Baguettes & à la Pièce où elles ſont ſuſpendues: ce qui diminue encore un peu la *Denſité* du *Fluide électrique* dans ces Balles, à cauſe de celui qui paſſe vers le reſte du petit Appareil. La Divergence des *Balles* devenues *poſitives* diminue au contraire un peu, & par la même Cauſe, à l'approche du Diſque A; car une petite quantité de leur *Fluide électrique* paſſant auſſi dans leurs Baguettes & dans la Pièce où elles ſont ſuſpendues, leur état *poſitif* diminue de cette quantité. Tous ces *Mouvemens* ſont donc uniquement proportionnels aux changemens qu'éprouve la *Denſité* du *Fluide électrique* contenu dans les *Balles* mêmes, comparativement à la *Denſite*

actuelle du *Fluide électrique* du *Milieu* & du *Sol.*

363. Voici un autre Appareil avec lequel on peut faire des Expériences très-variées; parce que les *Balles* sont elles-mêmes des *Conducteurs* d'assez grand Volume, pour qu'on puisse faire sur elles des Expériences immédiates: mais je ne rapporterai ici que celles de ces Expériences qui vont le plus directement à mon but. Ce sont des Balles de léton creuses, que les Artistes préparent pour les *Aréomètres*, & qui sont ainsi très légères. On peut en avoir à Londres de toute grosseur, & leur faire souder de petites *douilles*, pour leur ajuster telles Baguettes qu'on juge à-propos: Celles dont je vais parler d'abord, ont un peu plus d'un pouce de diamètre; mais le plus ou le moins est indifférent, au-delà d'environ un pouce, pourvu que les quatre *Balles* soient égales en diamètre & en poids. L'une des deux Paires a des Baguettes fort minces de *Verre vernissé*, afin que ses Balles soient d'autant mieux *isolées:* l'autre a des *Pailles* pour Baguettes, servant à établir une communication *conductrice* & inflexible, entr'elles & le Disque, sans les charger beaucoup. Ces quatre Baguettes, égales entr'elles, ont 7 à 8 pouces de long: par où leurs Balles peuvent

acquérir une Divergence de près de deux pouces. Enfin elles pendent auſſi ſur des *Axes*. Je dois faire obſerver ici, à l'égard de toutes ces Balles par Paires, que leurs *Axes* doivent avoir pour diſtance dans la pièce de ſuſpenſion, le diamètre des Balles ſuſpendues; afin qu'elles ne ſe touchent que légèrement dans leur état de repos. Ces deux Paires de Balles ſont auſſi portées par des Bras *iſolans*, qui les tiennent à la hauteur du centre des Diſques: & comme la Paire qui a des Baguettes *conductrices* doit communiquer au Diſque B; un Fil métallique mince part de ſa Pièce de ſuſpenſion, s'abaiſſe, & ſe termine en Anneau. Les Balles doivent ſe trouver auprès du Diſque dans telle ſituation, que leurs Mouvemens ſe faſſent dans des plans parallèles au ſien. La Paire de Balles à Baguettes *non-conductrices*, vient toucher légèrement le Diſque, & ce doit être par celle de ſes Faces qui n'a pas de *rebord*; afin qu'on puiſſe le retirer d'autant plus aiſément ſans déranger ces Balles. L'autre Paire eſt au côté oppoſé du Diſque, à peu de diſtance de lui; & ſon petit Conducteur recourbé, vient toucher le Diſque à ſon ſommet: de ſorte que la retraite de celui-ci, n'eſt aucunement gênée par les Balles, qu'il laiſſe dans l'état où elles ſe trouvent. Tel eſt ce nouvel Appareil, dont voici les Phénomènes principaux.

364. Je laiſſe le Diſque B & ſes *Balles* dans l'état électrique du Sol & du Milieu, & je charge fortement le Diſque A ; puis je le préſente à la Face du Diſque B devant laquelle ſe trouvent les Balles à Baguettes *non-conductrices*. Auſſi-tôt les deux Paires de *Balles* divergent. Je n'aurois pas beſoin de prouver, que les Balles *antérieures* ſont *négatives*, & que les autres ſont *poſitives* ; car elles ſont dans le même cas que celles de l'Exemple précédent. Mais l'opération qui le prouve eſt accompagnée de circonſtances remarquables ; ainſi j'en ferai mention. Je retire latéralement le Diſque B ; ce qui laiſſe les deux Paires de Balles dans le même état de divergence. Si je cherche à découvrir l'eſpèce de leur *Électriſation* reſpective ; le Diſque A, quoique *électriſé*, n'y ſert preſque à rien : ſon approche ne fait aucune impreſſion ſenſible ſur les *Balles* ; parce qu'étant *iſolées*, la *Denſité* de leur *Fluide électrique*, ne ſauroit changer. Mais ſa *Force expanſive* change ſenſiblement; ce qu'on apperçoit en touchant les *Balles* avec de petits Electromètres, dans diverſes poſitions du Diſque A. Et de plus, ſi on l'approche de la Paire *négative*, & qu'en ce moment on touche ſes Balles, elles s'écartent davantage ; ſi on l'approche de la Paire *poſitive*, & qu'on touche

aussi ses Balles; elles retombent, puis se relèvent, en passant alors dans l'état *négatif*.

365. Je ramène les Disques dans leur situation précédente, & je charge de nouveau le Disque A. Nous savons que les Balles *antérieures* divergent parce qu'elles sont *négatives*. Toute fois si on les touche, elles fournissent une Etincelle aussi forte que toute autre partie de leur Grouppe. Alors aussi elles *divergent* davantage, parce qu'elles sont devenues plus *négatives*, & elles continuent à *diverger*, quoiqu'on les tienne en communication avec le Sol par de petits Fils *conducteurs* qui ne gênent pas leur Mouvement. Si, au premier moment où je les touche (ou toute autre partie du Grouppe), je fixe mon attention sur les Balles *postérieures*; je les vois d'abord *tomber*, puis *diverger* de nouveau; parce qu'alors la totalité du Grouppe est devenue *négative*. Dans ce moment, la *Force expansive* du *Fluide électrique* de toutes les parties du Grouppe, est au même degré que celle du *Fluide électrique* du Sol; car quelque partie du Grouppe que je touche, je ne change plus rien à son état: & cela doit être, puisque toutes ces parties sont en communication *conductrice*. Cependant les deux Paires de Balles *divergent*; parce que la *Densité* totale du *Fluide*

électrique du Grouppe, eſt moindre que celle du *Fluide électrique* du Sol & du Milieu: & l'une *diverge* plus que l'autre, parce que cette différence de *Denſité* eſt plus grande dans l'une que dans l'autre.

366. En employant des Balles plus groſſes encore, on peut faire ſur elles-mêmes beaucoup d'Expériences inſtructives. J'en ai une Paire, de 2 pouces de diamètre & du poiids ſeulement d'environ demi-once, que je ſuſpends par de longues baguettes de *Verre verniſſé* de la manière décrite ci-deſſus: & voici quelques-unes des Expériences que j'ai faites avec ces *Balles*. Je les fais pendre à un Bras *iſolant*, à la hauteur du Centre d'un de mes Diſques: puis, dans une de ces Expériences, je les touche l'une & l'autre avec le Bouton d'une *Bouteille* foiblement *chargée* au *Frottoir* d'une Machine électrique; par où, leur ôtant un peu de *Fluide électrique*, elles divergent comme *négatives*. En cet état, je leur préſente un Diſque fortement *poſitif*; & cependant leur Divergence reſte ſenſiblement la même, comme ſi ce Diſque n'avoit aucune *Influence* ſur elles. Mais ſi je les *touche* en cet état, cette *Influence* ſe manifeſte; car quoiqu'elles ſoient *négatives*, elles donnent une *Etincelle* comme ſi elles étoient *poſitives*, & leur

Divergence augmente. La préſence du Diſque ne change rien à leur *Divergence*; parce que celle-ci dépend de la *quantité* de leur *Fluide électrique*, ſoit de ſa *Denſité :* or la préſence du Diſque ne peut y produire aucun changement, puiſque les Balles ſont iſolées. Mais il augmente la *Force expanſive* de ce *Fluide*, en y ajoutant du *Fluide déférent*, & lui fait même ſurpaſſer celle du *Fluide électrique* du Sol; par où il s'en écoule une partie, quand on touche ces Balles: & alors leur *Divergence* augmente, parce que la *Denſité* de leur *Fluide électrique* a diminué. En cet état encore, leur *Divergence* ne change point ſenſiblement, ſoit qu'on les mette en communication avec le Sol en préſence du Diſque, ſoit qu'on retire le Diſque après avoir ôté les communications avec le Sol. Dans le premier cas, la préſence du Diſque donne à leur *Fluide électrique* une *Force expanſive* égale à celle du *Fluide* du Sol; par où celui-ci ne peut changer leur état. Dans le ſecond, la retraite du Diſque ne peut rien ſur la *Divergence* de ces Balles; parce qu'il n'en réſulte aucun changement dans la *Denſité* de leur *Fluide*. Je ſupprime les détails des petites irrégularités qui ſe manifeſtent dans ces Phénomènes, parce qu'elles demanderoient trop d'explications pour les ramener au Phénomène général.

367. Voici un autre Phénomène de ces *Balles* qui m'embarraſſa d'abord. Si je les *électriſois* fortement d'une ou d'autre manière, & que je leur préſentaſſe enſuite le Diſque, *électriſé* auſſi d'une ou d'autre manière, leur *Divergence* ne changeoit pas ſenſiblement. J'en ai déjà expliqué la Cauſe ſous un point de vue général: ces Balles étant des Corps *iſolés*, la *quantité* abſolue de leur *Fluide électrique* reſte la même, ſoit que le Diſque ſe trouve voiſin ou qu'il ſoit écarté; ainſi, à ne conſidérer l'objet que ſous ce point de vue, leur *Divergence* doit auſſi reſter la même. Cependant ſi je laiſſois ces *Balles* dans l'état électrique du *Milieu* & du Sol, & qu'alors je leur préſentaſſe le Diſque, *électriſé* dans l'un ou l'autre ſens, elles *divergeoient* ſenſiblement. C'eſt donc ce dernier cas qui m'embarraſſoit; puiſque la quantité de leur *Fluide électrique* ne changeoit pas non plus, ce qui mettoit la Règle en défaut. Mais je trouvai enſuite la Cauſe de cette Exception, ou plutôt une autre expreſſion de la Règle générale: voici les conſidérations relatives à cet objet. Quel que ſoit l'état électrique des *Balles*, la préſence du Diſque, *électriſé* d'une ou d'autre manière, occaſionne toujours quelque tranſport de leur *Fluide électrique* d'un hémiſphère de chacune à l'autre; parce que les hémiſphères les plus voiſins du Diſque, éprou-

vent le plus ſon *Influence*. Mais ſi elles ſont fortement *électriſées*, il n'eſt aucune de leurs parties dont l'électriſation change de *ſens*, elle change ſeulement en *degré*. Si, par exemple, elles ſont électriſées *poſitivement*, & que le Diſque ſoit auſſi *poſitif*; une portion de leur *Fluide électrique* paſſe ſans doute de leurs hémiſphères antérieurs à leurs hémiſphères poſtérieurs; mais la totalité de leur Surface demeure néanmoins *poſitive:* ainſi, leur Tendance à *diverger* continue par la même Cauſe; & elle conſerve la même intenſité totale, quoiqu'elle change dans quelques-unes de leurs parties; parce que la ſomme des Tendances de ces parties reſte la même. Mais ſi l'*Électriſation* vient à changer de *ſens* dans quelqu'une des parties des *Balles*; comme il peut arriver quand elle eſt foible, & comme il arrive toujours quand elle eſt nulle d'abord; leur *Divergence* ſe trouve avoir une double Cauſe. Et pour parler du cas le plus ſimple, je ſuppoſe les *Balles* dans l'état électrique du *Milieu* & du Sol, & que n'ayant ainſi nulle *Électriſation*, elles pendent librement. Si alors je leur préſente le Diſque *électriſé*; le déplacement d'une partie du *Fluide électrique* de chacune, d'un de ſes hémiſphères à l'autre, rend l'un *poſitif* & l'autre *négatif:* alors donc les hémiſphères correſpondans tendent à s'écarter, & elles divergent. La

Propofition générale fera donc celle-ci. « Lorf-
« que deux Conducteurs *ifolés* font fufpendus « l'un auprès de l'autre, la préfence d'un Corps « *électrifé* ne peut, ni les faire *diverger*, ni aug- « menter la *Divergence* qu'ils auroient déjà, « qu'en rendant un de leurs côtés *négatif*, & « l'autre *pofitif* ».

368. Cette folution de la difficulté ne me laiffa aucun doute; toutefois je trouvai intéreffant de la foumettre à l'Expérience, & voici comment je le fis. Je pris trois paires de *Balles*, moins groffes que les précédentes, féparément ifolées, de manière à pouvoir les groupper comme je le voulois, ainfi que les féparer; & je les plaçai d'abord les unes devant les autres (relativement au Difque), en contact mutuel. J'*électrifai* enfuite fortement ces Balles, en l'abfence du Difque; ce qui les fit *diverger*. En cet état, je les forçai à fe toucher les unes les autres, au moyen d'une foie, & j'approchai le Difque *électrifé*; puis je les laiffai libres. La Paire antérieure divergea à-peu-près *de même*; & la Paire poftérieure divergea *plus*: ce qui prouva l'explication que j'avois donnée, de la continuation fenfible d'une *même* Divergence des groffes *Balles* dans le premier cas. Je remis enfuite les fix Balles dans l'état du *Milieu*

& du Sol; par où elles pendirent librement au contact les unes des autres: puis j'approchai le Disque *électrisé*. Alors les Paires antérieure & postérieure divergèrent à-peu-près également, & la Paire moyenne resta sensiblement en repos: par où l'explication du second cas des grosses Balles se trouva aussi démontrée. Dans tous ces états de *Divergence* des *Balles*, si je les séparois les unes des autres en présence du Disque, il n'arrivoit aucun changement sensible, ni au moment de cette séparation, ni par l'action du Disque sur les Paires séparées; ce qui confirme de nouveau le Systême général: car chaque *Balle* ainsi isolée, contenant une certaine *quantité* de *Fluide électrique* qui ne peut changer; si le déplacement du *Fluide électrique*, ne va pas jusqu'à faire changer le *sens* de l'*Électrisation* dans quelques parties des *Balles*, l'augmentation ou diminution de la *Force expansive* de ce *Fluide*, demeure indifférente à la *Divergence*.

369. Je n'ajouterois rien à la preuve de ma Proposition sur la Cause immédiate des *Mouvemens électriques* dans les Corps sensibles; soit sur la Circonstance à laquelle ces *Mouvemens* sont liés; en multipliant ici (comme je pourrois le faire) les Exemples de la même espèce que les précédens: mais en voici un d'une autre espèce.

J'ai dit ci-devant, que, quoiqu'un *Conducteur* électrisé ne soit environné que d'*Air*, la *Densité* de son *Fluide électrique* & sa *Force expansive* ne conservent un même rapport dans toute sa Surface, que lorsqu'il est *sphérique*; parce que c'est uniquement dans un Corps de cette forme, que tous les points de sa Surface cèdent à l'*Air*, ou en reçoivent une même quantité de *Fluide déférent*. Ainsi la forme *plane*, celle d'un Disque par exemple, est la moins propre à produire l'égalité de ce rapport; parce que les Bords d'un Disque ne reçoivent de l'*aide* que d'un côté, pour modifier l'*Air* qui les environne; tandis que les parties intérieures sont plus ou moins *aidées* tout le tour. Si donc on *charge* un Disque, la *Force expansive* de son *Fluide électrique* recevra bien une augmentation égale dans toute son étendue (comme il arrive à tout *Conducteur*); mais sa *Densité* suivra une autre Loi: elle ne devra augmenter que peu au Centre, qui est aidé par toutes les parties environnantes à modifier l'*Air* voisin; & elle devra aller en augmentant, de ce point vers la circonférence; parce que la Cause contraire va en augmentant dans ce même Sens. Telle étoit la conséquence des Principes posés ci-devant sur la distribution du *Fluide électrique*, tant entre les Conducteurs contigus, qu'entre les

diverses parties des mêmes Conducteurs ; conséquence qui, d'après la Cause que j'attribuois aux *Mouvemens électriques*, devoit se manifester par ces Mouvemens si mon Systême à leur sujet étoit fondé : ainsi je tentai de le soumettre à l'Expérience par cette voie.

370. C'est encore là une Classe d'Expériences à laquelle j'ai consacré beaucoup de tems, par la variété très-intéressante des Phénomènes qu'elle présente ; mais je n'indiquerai que les principaux. Pour constater d'abord la différence de *Densité* du *Fluide électrique* dans les différentes parties d'un Disque *chargé*, j'ai percé deux Trous de demi-pouce de diamètre, l'un au Centre, l'autre près du Bord d'un de mes Disques. J'ai fait ensuite deux petits Disques métalliques, qui s'ajustent exactement dans ces Trous, sans trop forcer ; & j'ai fixé ces petites *Plaques* circulaires, avec de la cire molle, à l'extrémité de deux baguettes de Verre vernissé, portées par des Pieds isolans, de manière que je puis les amener dans les Trous (pour faire alors partie du Disque) & les en retirer, à volonté. Les ayant donc adaptées au Disque, je charge celui-ci, puis je les en sépare ; & j'examine ensuite leur état électrique, au moyen d'un petit *Électromètre* dont je donnerai

la description. Or la *Plaque* du Bord donne toujours des signes sensibles d'*Électrisation*, & celle du Centre n'en donne presque jamais. Il résulte donc de cette première Expérience; que le Centre reçoit du *Fluide déférent* des parties environnantes, soit immédiatement, soit par l'entremise de l'*Air*, au-lieu d'en céder à celui-ci : par où son *Fluide électrique* propre acquiert assez de *Force expansive*, pour que, sans augmentation sensible dans sa quantité, il se mette en équilibre avec celui du reste du Disque, quoique la quantité de ce *Fluide* ait augmenté plus ou moins dans les autres parties. On peut faire la même Expérience sans percer le Disque, en employant de petites *Plaques* très-minces, & les amenant bien exactement en contact avec lui : mais alors il le faut moins charger; car plus les *Plaques* sont minces, moins elles peuvent conserver de *charge*; & si elles ne le sont pas, ou qu'on leur fasse des rebords, elles se *chargent* un peu au Centre du Disque, comme projettant hors de sa Surface.

371. Ayant ainsi constaté les différences de *Densité* du *Fluide électrique* dans un même Disque, quoique sa *Force expansive* y soit toujours uniforme, il s'agissoit de savoir; si les *Mouvemens* des Corps libres n'y suivroient que la Raison

des premières, comme je l'avois trouvé dans les cas précédens. J'employai à ce second examen, les mêmes petites *Plaques* qui m'avoient servi au premier. Pour cet effet je les fixai avec de la Cire molle au bout de Baguettes de *verre vernissé* extrêmement minces, dans la position où sont les *Lentilles* des Pendules d'Horloges; & avec un bout de ruban très-étroit, que je fixai de la même manière à l'autre extrémité des Baguettes, je les suspendis *à charnière* à mes Bras isolans. Tout cela étoit arrangé de façon, que les petites *Plaques* venoient pendre librement devant le Disque, en s'y appliquant exactement; ce qu'on produit sans peine par la molesse de la Cire. Au moyen de mes Supports séparés, je pouvois porter ces petites *Plaques* vers telle partie que je voulois du Diamètre horizontal du Disque; & dans une de mes Expériences, j'en plaçai plusieurs le long d'un de ses Rayons; puis je le chargeai. Les *Divergences* de ces *Plaques*, suivirent exactement la Loi trouvée à l'égard des *Densités*: la *Plaque* du Centre ne fit aucun Mouvement sensible, & les autres s'écartèrent de plus en plus, à proportion de ce qu'elles étoient plus voisines du Bord. En cet état je les éloignai du Disque, & je les trouvai *chargées* à proportion de l'écartement qu'elles avoient subi. J'ai

répété

répété cette Expérience de bien des manières, & j'ai toujours eu le même résultat : mais pour qu'elle réussisse, il faut le plus souvent forcer les *Plaques*, au moyen d'une Baguette de verre verni§é, à toucher le Disque ; car il arrive ordinairement qu'elles s'en écartent avant que d'avoir reçu toute la charge que reçoit la partie du Disque à laquelle elles correspondent ; ce qui fait qu'elles s'écartent moins : mais ce soin est indifférent à l'égard de la *Plaque* du Centre.

372. J'ai rendu sensible d'une autre manière, la Cause de cette immobilité de la *Plaque* du centre, en contrebalançant l'Effet de cette Cause par l'*Influence* d'un Corps *négatif*. C'étoit un petit Disque à rebord, d'un pouce de diamètre, présenté au Centre du grand à deux pouces de distance, en le fixant à l'extrémité d'un Bras isolant. Le grand Disque étant chargé, & tenant la *Plaque* du Centre appuyée contre lui au moyen de la Baguette *non-conductrice*, je touchois le petit, & laissois ensuite la *Plaque* libre : & alors elle s'écartoit sensiblement. Dans cette position du petit Disque, la plus favorable pour recevoir du *Fluide déférent* de l'autre ; son *Fluide électrique* éprouvoit une augmentation sensible dans sa *Force expansive*. Lors donc que je le touchois, une partie de son *Fluide électrique* s'écouloit

dans le Sol, & il devenoit *négatif.* Alors il lui manquoit du *Fluide déférent*; & le Centre du Disque, ainsi que l'*Air* voisin, lui en fournissoient: par où le *Fluide électrique* de cette partie du grand Disque, perdant l'excès de *Force expansive* par lequel il résistoit au *Fluide* voisin, acquéroit une plus grande *Densité.* C'est par ce changement, que la *Plaque* du Centre s'en écartoit alors; & lorsqu'en répétant l'Expérience, j'ai réussi à éloigner cette *Plaque* du grand Disque sans qu'elle touchât le petit (vers lequel elle tendoit fortement), je l'ai trouvé *chargée.*

373. Je crois donc avoir démontré: « que « les états *positifs* & *négatifs*, dont les combi- « naisons diverses sont les Circonstances sen- « sibles auxquelles les *Mouvemens électriques* se « trouvent liés, ne concernent que la *Densité* « du *Fluide électrique*, & non sa *Force expan-* « *sive* ». Et puisque la *Densité* de ce *Fluide* tient à la quantité de sa *Matière électrique*; comme la *Densité* des *Vapeurs aqueuses* tient à leur quantité d'*Eau* (les *Fluides déférens* respectifs n'ayant d'influence, que sur le degré de *Force expansive* qu'exercent ces deux *Vapeurs* à même *Densité*); je me crois fondé à conclure enfin de toutes ces Expériences: « que c'est à

« la *Matière électrique* seule, que les *Mouve-* « *mens électriques* peuvent être attribués ». Je vais maintenant expliquer, comment l'*Air* contribue à déterminer les Loix observées à cet égard dans les *Corps sensibles* (§ 358).

374. Je rappellerai d'abord ici, la *Loi* que suit la *Matière électrique* dans ses TENDANCES ; savoir : « qu'elle *tend* vers toutes les Substan- « ces, à proportion de ce qu'elles en sont pri- « vées, & suivant quelque rapport inverse avec « leurs Distances ; & que, réciproquement, les « Substances qui en ont le moins, *tendent* vers « celles qui en ont le plus ». (Je mets à part ici, les variétés qui résultent de la différence des Substances *conductrices* & *non-conductrices*). Les *Fluides atmosphériques* sont renfermés, par le Fait, dans le nombre des Substances qui ont ce rapport avec la *Matière électrique*; puisque c'est par-là seulement, qu'il existe un *Zéro d'Électrisation* : état dans lequel il ne s'opère aucun *Mouvement électrique*. Ce *Zéro*, qui est absolu, est le point où les *Corps sensibles* possèdent une quantité de *Matière électrique* proportionnelle à celle qui est répandue dans le *Milieu* qui les environne. Alors la *Matière électrique*, se trouvant en équilibre entre les Substances voisines, y comprises celles qui com-

posent le *Milieu*, ne tend à aucun *Mouvement.* C'eſt, dis-je, comparativement au *Milieu*, que les états *négatif* & *poſitif* exiſtent dans les *Corps ſenſibles*, & que lorſque l'un ou l'autre de ces états eſt commun à deux Corps, ils *tendent* à s'*écarter* l'un de l'autre. Car ſans une influence du *Milieu*, quelque quantité abſolue de *Matière électrique* que continſſent deux *Corps*, dès qu'elle y ſeroit en quantité proportionnelle, elle n'y produiroit aucun *Mouvement.*

375. On rapporte d'ordinaire le *Zéro de l'Électriſation* à l'*état électrique* du *Sol*; parce qu'on peut réduire les *Corps* à cet état en un inſtant, en les faiſant communiquer avec le *Sol*; & parce que d'ordinaire, le *Milieu* dans lequel on obſerve étant voiſin du *Sol*, il eſt réduit à ſon état. Cependant il peut arriver que leurs états diffèrent; & ſi l'on n'y fait pas attention, on peut tomber dans l'erreur à l'égard de la Théorie des *Mouvemens électriques.* L'action d'une *Machine électrique* peut changer le rapport de ces états, en modifiant ſenſiblement le *Milieu.* Le *Sol*, intéreſſé à cette Action, eſt un *Conducteur* ſi immenſe, que toutes les Modifications qu'il peut éprouver par une *Machine électrique*, n'y produiſent pas plus d'effet, qu'on n'en produit ſur le Niveau de l'Océan en y puiſant ou verſant

de l'Eau. Mais il n'en eſt pas de même à l'égard du *Milieu:* ſa Faculté plus ou moins *non-conductrice*, donne toujours quelque durée aux changemens partiels qu'il éprouve dans ſon état électrique. Ainſi par exemple, l'*Air*, & les *Vapeurs conductrices* qui environnent une *Machine électrique* en jeu, acquerront du *Fluide électrique*, ſi le *Frottoir* de cette Machine communique au *Sol*; parce que le *Fluide électrique* qui paſſera ainſi du *Sol* au *Frottoir*, ſera tranſmis au *Milieu* par le *premier conducteur*. Le *Milieu* au contraire perdra du *Fluide électrique*, ſi c'eſt le *premier Conducteur* de la Machine qui communique au *Sol*; parce qu'alors au contraire, le *Frottoir* lui en enlèvera, & le tranſmettra au *Sol*. Dans ces deux cas, une Paire de *Balles* ſuſpendue dans le *Milieu*, & qui s'y trouve d'abord en *repos* comme ayant un même état électrique avec lui, *divergera* ſi on la *touche:* ſur-tout ſi l'*Air* eſt mêlé de beaucoup de *Vapeurs conductrices* ou de *Fumée*; parce que la Machine, dans l'un ou l'autre de ſes états, modifiera alors ce *Milieu*, plus puiſſamment & à une plus grande diſtance. Cependant ces cas, qui ſemblent d'abord des exceptions à la Théorie générale, y rentrent entièrement quand elle eſt bien entendue. Suivant cette Théorie, le *Zéro d'Électriſation* des *Corps ſenſibles* eſt

toujours *l'état électrique actuel du Milieu*, quel que soit cet état comparativement à celui du *Sol.* Car c'est dans ce cas seulement (par quelque Cause qu'il soit produit) que ni ces *Corps*, ni les Particules du *Milieu*, ne tendent à se mouvoir, se trouvant en équilibre électrique. Lors donc que, dans les Cas ci-dessus, on fait diverger des Balles en les mettant en communication avec le *Sol*; c'est parce qu'on les *électrise* aussi réellement, que si on les avoit tirées de l'*état électrique* du *Milieu* par les moyens ordinaires. Ainsi, dans ce que je vais dire de la Cause des *Mouvemens électriques* des *Corps sensibles*, je ne considérerai que le rapport de leur *état électrique* avec celui du *Milieu* qui les environne.

376. Je poserai d'abord les Principes suivans; 1°. que lorsqu'un *Corps*, isolé dans le *Milieu*, vient à être *électrisé*, il *électrise* dans le même sens que lui, les Particules du *Milieu* qui viennent successivement le toucher : c'est ce que prouve le retour plus ou moins prompt de ce *Corps* à l'état général du *Milieu* (§ 338). 2°. Que dès que les Particules du *Milieu* qui sont venues au contact de ce *Corps* ont acquis son *état électrique*, elles *tendent* plus vers les Particules qui n'ont pas changé d'état, qu'elles ne

tendent vers lui, & que par conféquent elles s'en *éloignent:* c'eft ce que prouve le *Vent* qui fe forme devant des *Pointes*, fixées, foit au *premier Conducteur* foit au *Frottoir*, d'une Machine électrique en *jeu*; *Vent* occafionné par la rapidité avec laquelle une *Pointe* enlève, ou communique, du *Fluide électrique* aux Particules de l'*Air* (§ 301), & par la *Tendance* de la *Matière électrique* vers les Subftances qui en ont le moins, & de celle-ci vers elle (§ 357). 3°. Enfin, que réciproquement les *Corps* libres *électrifés*, fe portent vers celles des Particules du *Milieu* qu'il peut le moins ramener à fon *état électrique:* ce qui réfulte encore des mêmes *Loix*, mais ce que j'ai vérifié de plus par l'Expérience fuivante.

377. J'ai fixé un long *Fil* métallique très-mince au *premier Conducteur* d'une Machine électrique, & un autre Fil femblable à fon *Frottoir*; en foutenant ces Fils par des cordons de foie, fur lefquels ils pouvoient fe balancer par la moindre impulfion. A l'inftant où je mettois la Machine en jeu, & que le *Vent* fe formoit à l'extrémité de l'un & de l'autre de ces Fils, ils éprouvoient un *Recul* confidérable, qui duroit auffi long-tems que la Machine étoit en action. Ce *Recul* procède de la même Caufe

que le *Vent.* L'*Air* qui part sans cesse de l'*Extrémité* des *Fils*, a revêtu le même état électrique que cette *Extrémité* : mais il n'en est pas de même de celui qui environne les *Fils* dans leur longueur ; celui-ci, recevant du *Fluide déférent* du Fil *positif*, & en perdant avec le Fil *négatif*, ne peut pas être autant modifié dans sa quantité de *Matière électrique*, que celui qui vient toucher l'*Extrémité* des *Fils*. Or celui-ci, se renouvellant sans cesse, forme ainsi de ce côté-là une Masse d'*Air*, plus près d'être en équilibre de *Matière électrique* avec l'*Extremité* des *Fils*, que ne l'est l'*Air* qui les environne dans leur longueur : par conséquent cette *Extrémité* doit se porter vers ce dernier *Air* ; & c'est ce qui produit son Mouvement de ce côté-là. Je puis donc déduire des trois Principes ci-dessus, la *Loi* générale suivante. « Dès « que l'*Air* qui environne un *Corps libre* se « trouve plus conforme à l'*état électrique* de ce « *Corps*, à l'un de ses côtés qu'au côté opposé ; « par quelque Cause que cette différence soit « produite, le *Corps* se *meut* vers l'*Air* qui « diffère le plus de son état ».

378. Je suppose maintenant, que deux *Corps libres*, voisins l'un de l'autre, & immobiles encore, parce qu'ils sont dans un même état

électrique que le *Milieu*, viennent à *acquérir* ou à perdre une égale quantité de *Fluide électrique*. Ce changement d'état, considéré en eux seuls, ne sauroit être une Cause de *Mouvement*; puisque ces Corps restent toujours en équilibre quant à la quantité de *Matière électrique*: mais si on les considère comme étant environnés d'*Air*, on voit naître alors une Cause de *Mouvement*. Les Particules d'*Air* qui viennent toucher les Faces qu'ils se présentent mutuellement, ont une double cause de modification; puisque ces deux Faces y contribuent: ces Particules reçoivent donc, ou perdent, doublement de la *Matière électrique*; au lieu que les Particules d'*Air* qui viennent les toucher par leurs Faces opposées, n'y sont modifiées que par chacune de ces Faces séparément. Voici donc l'état de chacun de ces deux *Corps*. A l'un de ses côtés se trouvent l'autre *Corps* & l'*Air* intermédiaire, dont l'un est dans le même *état électrique* que lui, & l'autre est très-près de l'être; tandis qu'au côté opposé, l'*Air* n'est que foiblement modifié par lui-même: par conséquent chacun des deux *Corps* tend plus vers ce côté extérieur que vers le côté intérieur, & par-là ils s'éloignent l'un de l'autre. Dans le cas où les deux *Corps* sont tirés de l'état du *Milieu* en sens contraire, ils ont imédiatement en eux-mêmes une Cause

de *mouvement*; ſavoir, le manque d'équilibre de la *Matière électrique* entr'eux: mais l'*Air* y ajoute une nouvelle Cauſe; car chacun des deux Corps le modifie à l'extérieur ſuivant ſon état particulier; au lieu qu'à l'extérieur l'un détruit l'effet de l'autre: ainſi ils *tendent* d'autant moins à ſe porter vers l'*Air* extérieur, & d'autant plus vers l'*Air* intérieur; ce qui augmente leur *tendance* l'un vers l'autre, & ils *s'approchent*. Dans l'un & l'autre cas, ſi un ſeul des *Corps* ſe trouve libre, il ſe *meut* ſeul. C'eſt donc ainſi que les *Tendances* que j'ai aſſignées à la *Matière électrique*, produiſent les *Loix* connues des *Mouvemens électriques*.

379. Je n'ai parlé juſqu'ici que de deux Cas d'*électriſation*, comme produiſant du *Mouvement* dans les *Corps libres*; celui où deux *Corps* voiſins ſont tirés dans un même ſens de l'état électrique du *Milieu*, & celui où ils en ſont tirés en ſens contraires. Cependant il y a un troiſième Cas; ſavoir, celui où l'un des deux *Corps* eſt *électriſé* ſeul, l'autre Corps reſtant ainſi dans l'état du *Milieu*; & il eſt naturel de demander ce qui arrive dans ce cas-là. La Théorie dit qu'ils doivent ſe *mouvoir* foiblement l'un vers l'autre. Ils doivent ſe *mouvoir* dans ce ſens; parce qu'ils ne ſont pas en équilibre de *Matière*

électrique entre eux-mêmes, & que l'*Air*, revêtant un même état tout autour du Corps *électrisé*, ne change rien à la Cause de leurs *Tendances* immédiates : mais par cela même que dans ce cas l'*Air* n'ajoute rien à la *Tendance* des deux Corps, cette Tendance ne peut être que foible. Voilà, dis-je, ce qui résulte de la Théorie; mais dans le Fait, s'il s'agit de Corps *conducteurs*, ce Cas-là ne se présente jamais : le Corps qu'on a laissé dans l'état du *Milieu*, y reste bien en totalité, mais il change d'état en sens contraires à ses deux surfaces opposées dès qu'il est en présence du Corps *électrisé*; & il se meut alors, parce que sa partie la plus voisine de ce Corps tend plus à s'en approcher, que la partie opposée ne tend à s'en écarter. C'est un Phénomène assez intéressant, pour que je l'établisse par quelques Exemples.

380. Comme il s'agira ici de Corps suspendus simplement par de la *soie*, je dois indiquer d'abord la manière dont je fais ces Suspensions, car elle n'est pas indifférente. Si l'on suspend un Corps par un seul Fil, il tournoie longtems, & présente ainsi successivement toutes ses Faces, à un autre Corps qui ne change pas de lieu : or il s'agit ici de savoir, ce qui se passe dans les différentes Faces du Corps suspendu

Quand ce Corps, par exemple, eſt un Diſque, ſon Tournoiement empêche toute Expérience de ce genre; car dès que le parallélisme des deux Corps eſt détruit, au lieu de Corps *minces* ſur leſquels on vouloit opérer, on n'a que des Corps plus ou moins *épais*. Avec un ſeul Fil encore, les Corps ſuſpendus peuvent ſe mouvoir latéralement; & s'ils ſont fort légers, ils ſe jettent toujours d'un côté ou de l'autre; parce qu'il eſt preſque impoſſible de les placer ſi centralement & ſi parallèlement les uns par rapport aux autres, qu'ils n'aient un peu plus de tendance à ſe mouvoir d'un côté que de l'autre; & dès que les Corps commencent à céder à cette tendance, le déplacement du *Fluide électrique* dans leur *largeur*, change le cas & occaſionne des Mouvemens confus. Il faut donc empêcher tous ces Mouvemens accidentels, ſans quoi on ne peut rien obſerver de certain. Je les ai prévenus, en ſuſpendant par deux Fils, au lieu d'un ſeul, tous les Corps ſur leſquels j'ai fait des Expériences de cette eſpèce; & voici comment ils étoient arrangés. J'ai employé ordinairement des *ſoies* de 3 pieds de long, fixées par le haut aux deux extrémités d'une Baguette de verre de 2 pieds, & ſe réuniſſant au Corps en forme de V; ce qui d'abord empêche le mouvement latéral: & quant au Tournoiement, au lieu de

fixer les deux Fils au *Zénith* des Corps (ſphériques ou circulaires), je les fixois à environ 45° de diſtance de ce point de part & d'autre; ce qui étoit ſuffiſant dans la plupart des cas; mais quelquefois j'ai été obligé d'employer d'autres moyens, que j'indiquerai. Je ſuppoſerai donc, dans les Expériences ſuivantes, que les Corps préſentés les uns aux autres, ne peuvent ſe mouvoir qu'en avant ou en arrière, & que leurs coupes horizontales reſtent toujours parallèles.

381. Dans toutes les Expériences ſur les *Mouvemens électriques* des *Corps libres*, j'ai trouvé l'uſage des grands Corps très-utile; parce qu'on pouvoit déterminer les changemens qu'ils ſubiſſoient dans leur état électrique, en leur appliquant des *Electromètres.* Lors donc que je voulus découvrir par l'Expérience, ce qui arrivoit aux *Corps libres* laiſſés dans l'état du *Milieu*; prévenu, d'après le P. BECCARIA, qu'ils éprouvoient des changemens contraires dans leurs Faces oppoſées, & voulant à cauſe de cela employer des Corps *minces*; je ſongeai à ces *Diſques* dont j'ai déjà parlé pluſieurs fois, qui ont environ 8 pouces de diamètre. Un Diſque de même grandeur, porté par ſon Pied *iſolant*, fut le Corps *électriſé:* je le nommerai A, & je le ſuppoſerai toujours *poſitif.* Quant

aux autres Disques, suspendus comme je viens de l'expliquer, ils seront toujours laissés dans l'état électrique du *Milieu*.

382. Dans une première Expérience, je suspendis un de ces Disques à 1 pouce de distance du Disque A ; & dès que celui-ci fut chargé, l'autre fit un petit *Mouvement* vers lui. Ce *Mouvement* pouvoit n'être produit que par la Cause simple que j'ai expliquée ci-dessus (§ 381) : cependant je comprenois bien aussi que, la Face du Disque *libre* qui étoit tournée du côté du Disque A étant plus voisine de celui-ci que la Face opposée, il pouvoit être passé un peu de *Fluide électrique* de la première à celle-ci : je voulus donc tâcher de découvrir à quel point cela influoit sur le Mouvement du Disque. Pour cet effet je répétai l'Expérience avec un *double* Disque, dont ainsi les *Faces* pouvoient être séparées : mais d'abord je ne fis qu'un *seul* Disque des deux, en les fixant l'un contre l'autre par leurs faces sans Rebord, & les suspendant aux mêmes soies. Ce *double Disque*, comme Corps plus *épais* que le Disque simple, fit un peu plus de *Mouvement* vers le Disque A : ce qui confirma déjà un déplacement sensible du *Fluide électrique* d'une Face à l'autre, mais voici comment ensuite je le rendis évident.

383. Je suspendis les deux Disques à des soies séparées, de manière néanmoins que leurs deux Surfaces sans rebord se touchassent comme auparavant. Une autre soie, fixée au Disque *postérieur* (relativement au Disque A) me fournissoit le moyen de l'écarter de l'autre quand cela étoit nécessaire, & de l'arrêter en cet état, en accrochant quelque part l'autre extrémité de la soie. Dans ma première Expérience, je donnai une *Etincelle* au Disque A avec une Bouteille de Leyde; par où les deux Disques suspendus se séparèrent subitement; le Disque antérieur vint frapper le Disque A & l'autre s'en écarta; mais aussi-tôt ce Disque *antérieur* revint en arrière, atteignit l'autre & le toucha; & ils demeurèrent alors écartés l'un de l'autre & du Disque A. Voilà une première preuve du déplacement du *Fluide électrique*, de la Face antérieure à la Face postérieure d'un Corps, qui cependant n'avoit d'épaisseur que celle de deux Lames de Fer blanc en contact l'une de l'autre; & dont ainsi la première devint assez *négative*, pour se porter fortement contre le Disque A, s'y *charger*, & retourner assez fortement en arrière, pour atteindre le Disque postérieur qui s'écartoit déjà par la même cause. Voulant ensuite m'assurer immédiatement que cet état *négatif* étoit en effet produit dans le Disque

antérieur, je remis les Disques dans leur premier état, & je chargeai graduellement le Disque A (par une Méthode que j'indiquerai, parce qu'elle est nécessaire dans nombre d'Expériences); & dès qu'il se fit un premier petit écartement des deux Disques suspendus, je tirai en arrière le Disque postérieur (au moyen de la soie dont j'ai parlé) & je le fixai dans cet état: puis je retirai aussi le Disque A; & ayant mis les deux autres en communication avec des *Electromètres*, je trouvai qu'en effet, le Disque *antérieur* étoit devenu *négatif*, & que le Disque postérieur étoit devenu *positif* au même degré.

384. Je suspendis ensuite ces deux Disques à quelques pouces de distance l'un de l'autre & du Disque A, & je plaçai de petits Bras de verre vernissé auprès de l'un & de l'autre, latéralement, pour marquer leur position au commencement de l'Expérience: puis je chargeai le Disque A à un certain degré, indiqué par son *Electromètre*. Les deux Disques suspendus, firent l'un & l'autre un Mouvement en avant, mais si petit, que sans les *Index* (soit les Bras de verre) il auroit été presque imperceptible. J'établis alors entr'eux une *Communication* instantanée, par un moyen que j'indiquerai. Aussitôt ils se mirent sensiblement en sens contraire;

mais

mais le Disque *antérieur* fit plus de mouvement *en avant*, que le Disque postérieur n'en fit dans le sens opposé. Ayant observé la différence de ces quantités respectives, & placé un Bras de verre en *avant*, au point où le Disque antérieur seroit arrivé en retranchant de son propre *Mouvement* celui que l'autre avoit fait en sens contraire; je les liai l'un à l'autre par deux Fils métalliques minces, accrochés en haut & en bas à leurs Rebords, au moyen de petits trous faits pour cela; puis je chargeai le Disque A au même degré qu'auparavant. Alors les deux Disques se portèrent ensemble en avant, & le Disque *antérieur* atteignit sensiblement le troisième Bras de verre. En cet instant, j'enlevai les deux Fils métalliques (qui ne tenoient que légèrement) en les frappant avec une baguette de verre vernissé; & les deux Disques reprirent chacun la position qu'ils avoient dans l'Expérience précédente. J'ai répété ces Expériences avec toute sorte de Corps suspendus; & ces mêmes *Loix* se sont retrouvées au travers des changemens qu'y apportoient les circonstances; mais je ne rapporterai plus qu'une Expérience de cette classe.

385. Voulant porter aussi loin qu'il m'étoit possible, le rapprochement des deux Surfaces

d'un Disque libre, laissé dans l'état du *Milieu*, & auquel on présentoit un Disque *chargé*; j'employai à cette Expérience des Disques de léton, d'un pouce de diamètre seulement; dont l'un, qui remplaçoit le Disque A des Expériences précédentes, avoit un Rebord pour qu'il retînt plus de charge; & les autres étoient sans Rebord, pour qu'il n'y eût aucune partie *épaisse* où le *Fluide électrique* pût être sensiblement déplacé. L'un de ceux-ci étoit déjà fort mince; mais les deux autres étoient plus minces encore, & lorsqu'ils étoient l'un contre l'autre, ils égaloient le premier en épaisseur. Ces petits Disques, rendus très-plats, étoient suspendus à la manière des grands, mais avec de la *Soie* telle que le Ver-à-soie la file. Malgré les avantages de cette suspension à double Fil pour déterminer les Corps suspendus à se mouvoir dans une certaine direction, ceux-ci s'inclinoient toujours devant le petit Disque A, & tendoient à s'en approcher par un de leurs bords; de sorte que je fus obligé de prévenir cet effet, par des Bras de verre vernissé très-minces, qui venoient les toucher par derrière aux deux extrémités de leur diamètre horizontal. Pour charger le petit Disque A à un degré connu, je l'amenois en contact, par son bord, au bord d'un grand Disque accompagné de son *Électromètre*. C'est-

là le moyen que j'ai toujours employé pour charger de petits Corps à un degré connu, ce qui eſt abſolument néceſſaire dans beaucoup d'Expériences. Ayant donc ſuſpendu d'abord celui des petits Diſques qui étoit le moins mince, je chargeai le Diſque A & l'approchai de l'autre le plus centralement & parallèlement qu'il me fut poſſible. Quand il fut à environ demi-pouce de diſtance du Diſque *libre*, celui-ci commença à ſe mouvoir vers lui, mais il s'arrêta à environ une ligne de diſtance des baguettes de verre. Je ſuſpendis enſuite les deux Diſques plus minces, au contact l'un de l'autre, & j'amenai le petit Diſque A à la même diſtance, après l'avoir chargé de nouveau au même degré : alors le Diſque *antérieur*, abandonnant l'autre, ſe mut de plus de deux lignes ; & retirant lentement les baguettes, le Diſque poſtérieur les ſuivit juſqu'à une diſtance d'environ une ligne.

386. Tel eſt donc le Fait, à l'égard des Corps *conducteurs*, libres de ſe mouvoir, & laiſſés dans l'état du *Milieu :* ils *tendent* vers les Corps *électriſés* ; mais ce n'eſt pas, comme reſtés dans l'état du *Milieu* ; c'eſt parce que leur Surface *antérieure*, qui revêt l'état électrique contraire à celui du Corps *électriſé*, en eſt plus voi-

ſine que la Surface oppoſée, qui revêt le même état que ce Corps; & qu'ainſi la première *tend* plus à s'en approcher que la dernière à s'en écarter. Toutefois ce n'eſt point une raiſon de douter, que les Corps qui reſteroient abſolument dans l'état du *Milieu*, ne ſe muſſent par la Cauſe que j'ai expliquée ci-deſſus; & j'ai la preuve que cette cauſe exiſte, par des Boules de *verre verniſſé* fort légères, ſur leſquelles on ne peut guère ſuppoſer que l'influence d'un Corps *électriſé* déplace ſenſiblement le *Fluide électrique*, & qui cependant ſe *meuvent* vers ce Corps, quoiqu'on ait ſoin de les réduire ſûrement à l'état du *Milieu*, en les chauffant aſſez pour détruire ce que le Frottement pourroit y avoir produit d'*Électriſation*. J'ai fait nombre d'Expériences avec ces Boules; & dans la variété de leurs réſultats, ſuivant les circonſtances, elles ont confirmé la même Théorie. Mais il ſeroit trop long & peu utile de rapporter ici ces Expériences; ainſi je vais paſſer à l'*Électromètre*, dont j'ai déjà parlé ſouvent, ſans le définir aſſez.

SECTION VIII.

De l'ÉLECTROMÈTRE.

387. J'AI démontré dans la pénultième Section, que les *Corps libres* se meuvent *électriquement*, par une *Tendance* de la *Matière électrique* à se porter, des Corps qui en ont le plus, à ceux qui en ont le moins, suivant certaines *Loix:* & dans la Section précédente je viens d'expliquer, comment le *Milieu* qui environne ces Corps, modifiant ces premières *Loix*, produit les *Loix* connues des *Mouvemens électriques* dans les Corps sensibles. En tout cela nous avons vu l'*Action* d'une Cause déterminée, agissant avec certains *degrés* d'énergie suivant les circonstances: & ces *degrés* se sont manifestés par ceux de la *Divergence* de certains *Pendules*. Si donc on détermine exactement des *Pendules* sur lesquels on fera agir la Cause des *Mouvemens électriques*, les Angles qu'ils formeront avec la Perpendiculaire, soit les divers degrés de leur *Divergence*, fourniront une Mesure *comparable* des degrés d'énergie de cette Cause.

388. Telle est la Partie fondamentale de mon *Électromètre*, qui consiste donc en des *Balles* d'une certaine *Substance*, d'un certain *Diamètre*,

d'un certain *Poids*, formant des *Pendules* d'une certaine *longueur*, suspendus d'une certaine *manière :* par où toutes les Paires de telles *Balles*, mises en simple communication *conductrice* entr'elles, à même distance les unes des autres, & électrisées en commun, doivent nécessairement *diverger* d'une même quantité. Or comme toutes ces déterminations sont purement méchaniques, il est aisé d'en convenir. Mais ce n'est pas là encore un *Électromètre*; ou du moins c'est un Electromètre très-borné. Car la *Divergence* de ces *Balles* ne nous apprend que leur *propre* état électrique; & cependant elles doivent nous servir à connoître celui des Corps auxquels elles sont appliquées; ce qui exige bien d'autres déterminations, que je vais maintenant expliquer.

389. Et d'abord: un *Conducteur* enverra plus ou moins de *Fluide électrique* à ces *Balles*, non-seulement à proportion de ce qu'il en possédera, mais encore suivant les circonstances où il pourra se trouver, desquelles dépendra la *Force expansive* de son *Fluide :* & l'effet sera inverse, dans le cas où ce *Conducteur* sera *négatif.* Il ne faut donc attendre de cette espèce d'*Électromètre* d'autre Indice, que celui du degré de *Force expansive* du *Fluide électrique* dans le *Conducteur* auquel il est appliqué; & c'est dans les

circonſtances où ce *Conducteur* ſe rencontre lui-même, qu'il faut chercher les autres Données, pour déterminer la *Denſité* de ce *Fluide*. Mais je ne connois aucun moyen de meſurer d'une autre manière le degré d'*Électriſation* des Corps; & j'ai montré ci-devant (§ 353), que c'eſt-là auſſi l'eſpèce de Langage du *Thermomètre* & du *Manomètre*. Il faut donc ſe borner à rendre ce Langage uniforme; ce qui exige pluſieurs autres déterminations.

390. En parlant des *Électromètres* de mes *Diſques*, j'ai fait remarquer encore (§ 331), que, puiſque la quantité du *Fluide électrique* qui arrive dans leurs *Balles* mêmes détermine celle de leur *Divergence*, & que les *Influences* des Corps les uns ſur les autres contribuent à augmenter ou diminuer la quantité de ce *Fluide* qu'ils peuvent recevoir d'une même Source, il faut, ou prévenir, ou déterminer l'*Influence* des Corps *électriſés* ſur les *Balles* de leurs *Electromètres*; ſans quoi le Langage de celles-ci deviendra ambigu. Et comme pour les mettre hors de toute *Influence* à cet égard, il faudroit les porter à une aſſez grande diſtance des Corps; ce qui deviendroit incommode dans la plupart des Expériences, & trompeur dans quelques-unes: il convient mieux, pour les cas ordinai-

res, de donner à ce petit *Conducteur* une longueur déterminée & commode, parce que les Effets qui en résulteront, seront déterminés; ce qui suffira pour la *comparabilité* de l'Electromètre. Je dis qu'un *Electromètre* dont les *Balles* se trouveroient hors de l'Influence du Conducteur auquel il feroit appliqué, deviendroit trompeur dans quelques Expériences; parce que cela ne pourroit se faire immédiatement, qu'en donnant aux Balles un long Conducteur, qui deviendroit alors une grande partie du Volume de l'Instrument; par où il modifieroit le degré d'*Électrisation* des Corps peu grands, auxquels, dans quelques Expériences, on l'appliqueroit pour le retirer ensuite. Il vaut donc mieux prendre un milieu déterminé entre les deux inconvéniens; & quant aux cas où l'on voudroit mettre cet Instrument hors de toute influence, il suffira de le faire communiquer avec les Corps, en lui ajoutant un autre petit *Conducteur* de la longueur que le cas exigera.

391. Cette même *Influence* des Corps *électrisés* sur les *Balles* de leurs *Electromètres*, & des *Balles* elles-mêmes l'une sur l'autre, exige deux nouvelles *déterminations* capitales. L'une regarde la *direction* du plan dans lequel les *Balles* se mouvront: car suivant la manière en laquelle

leur position changera dans ces Mouvemens, les Corps auxquels elles feront appliquées, influeront différemment sur elles dans leurs divers degrés de *Divergence*. Par la même raison, & à cause de l'*Influence* des deux *Balles* l'une sur l'autre, il faut aussi déterminer, si elles se mouvront l'une & l'autre, ou si l'une des deux seulement se mouvra : car la quantité absolue de leur *Divergence*, de même que ses rapports successifs avec les divers degrés d'*Electrisation* du Conducteur, en dépendent essentiellement. Il y a bien d'autres circonstances à déterminer, pour produire un Mouvement uniforme des *Balles* dans les mêmes circonstances : & même en général, il n'est aucune des parties de l'*Electromètre*, qui ne doive être déterminée, pour produire sûrement sa *comparabilité*; car elles influent toutes, plus ou moins, sur la quantité de la *Divergence* des *Balles*, appliquées à un même point, d'un même Conducteur, électrisé au même degré. Mais de toutes ces parties, celle dont l'Influence est la plus grande, est l'*Echelle*, dont je vais parler maintenant.

392. Puisque le degré de *Divergence* des Balles de l'*Electromètre* doit être le signe de la *Force expansive* du *Fluide électrique* dans les Corps auxquels on l'applique, il faut *mesurer* cette *Diver-*

gence. Or c'est-là un point dont la *détermination* m'a présenté de grandes difficultés. J'ai changé plus de dix fois l'*Echelle* de mes *Électromètres*, & pour elle toute la construction même de ces Instrumens. C'est à cause d'elle, que j'ai déterminé enfin; qu'une seule des *Balles* resteroit libre, & qu'elle se mouvroit en s'éloignant du Corps: c'est elle qui a déterminé la forme du *Pied* de l'Instrument & la plupart de ses autres parties: en un mot, c'est presque à elle seule, que tout se rapporte dans mon *Electromètre*. Cette *Echelle*, le long de laquelle doit se mouvoir la *Balle*, influe nécessairement sur son degré de *Divergence*; mais elle y influe très-diversement, suivant sa Masse, sa Substance, sa Forme, sa Position, & sa manière d'être fixée à l'Instrument. Toutes ces circonstances, & sur-tout les deux dernières, n'ont pu être déterminées que d'après l'Expérience; & il falloit toujours que deux de ces *Electromètres* fussent finis, avant que je pusse juger, tant de leur *comparabilité*, que de leur convenance à d'autres égards. Souvent même ils étoient déjà multipliés pour certaines Expériences, avant que j'eusse reconnu qu'il y auroit de l'avantage à y faire tel ou tel changement: & chaque fois que j'en faisois, leur *Langage* se trouvant changé par cela même, toutes les déterminations de

Loix particulières, ſoit les ſuites d'Effets comparatifs que j'avois recueillies juſqu'alors, étoient perdues, en tant que Recueil de Faits déterminés; & leur utilité ſe bornoit (comme je l'ai dit ci-devant, (§ 346) à des Idées pour l'amélioration des Appareils, & ſur-tout pour celle de l'*Electromètre:* après quoi, toutes ces Expériences étoient à recommencer.

393. Les deux derniers des points que j'ai indiqués ci-deſſus comme devant être déterminés à l'égard de l'*Echelle* de l'*Electromètre*, ſavoir, ſa poſition, & la manière de la fixer, ſont ceux qui ont ſubi le plus de changemens dans le mien. Cette *Echelle* d'abord, eſt dans le même cas que les *Balles*; c'eſt-à-dire, que le Corps *électriſé* influe ſur elle, & qu'il y influe différemment, ſuivant ſa poſition. Or à ſon tour l'*Echelle* influe ſur les *Balles*, & tellement même, qu'outre la néceſſité de déterminer ſa poſition, il eſt de la plus grande conſéquence de déterminer auſſi la manière dont elle ſera fixée. Si, par exemple, elle ſe trouve en communication avec le Corps électriſé, ou que quelqu'une de ſes parties en ſoit voiſine, elle diminue le Mouvement de la *Balle* libre, en s'*électriſant* comme elle, ſoit en tout, dans le premier cas, ſoit dans ſa partie la plus éloignée, dans

le second; & tend ainsi à détruire l'effet qu'on a attendu de l'éloignement des *Balles:* & alors aussi, le Mouvement de la *Balle* libre est gêné; parce qu'elle a une Tendance latérale, celle de s'éloigner de l'*Echelle.* Si au contraire cette dernière est en communication avec le *Sol*, elle agrandit le Mouvement de la *Balle*, en revêtant l'état contraire au sien: ce qui paroît d'abord un avantage, & qui m'avoit séduit; car on aime à agrandir tous les Effets qu'on cherche à mesurer. Mais alors la *Balle* tend fortement vers l'*Echelle*; ce qui d'abord gêne ses Mouvemens, comme lorsqu'elle tend à s'en écarter: & en même tems on est obligé de tenir l'*Echelle* plus éloignée; de peur que dans les grands degrés d'*Électrisation*, la Balle ne venant enfin à la toucher, ne ramène tout l'Appareil à l'état du Sol. Or ce plus grand éloignement de l'*Echelle*, rend les Observations plus difficiles, & par conséquent moins exactes; car on n'a jamais que peu de tems pour observer. J'ai donc trouvé en général; que le mieux étoit de diminuer, autant qu'il étoit possible, l'Influence de l'*Echelle:* & comme cependant on ne peut la détruire en entier, j'ai cherché du moins à la rendre fixe, en déterminant avec soin tout ce qui concerne cette partie de l'Instrument.

394. On voit par les détails où je viens d'entrer, que, quoique les *Mouvemens électriques* ſoient le ſymptôme le plus propre à nous fournir un *Électromètre*, ce n'eſt pas immédiatement; mais qu'au contraire c'eſt par une route aſſez difficile. Rien n'eſt directement déterminé dans cet Inſtrument que ſon *Point fixe*, ſoit le *Zéro d'Electriſation*, auquel les Corps mobiles ne tendent point à ſe mouvoir: quant à ſes autres parties, elles dépendent ſans doute de convenances qui ne ſont pas abſolument arbitraires; mais il reſte toujours quelque latitude, tant dans le degré comparatif d'importance des conſidérations qui exigeroient des déterminations oppoſées, que dans les moyens de ſatisfaire à leur enſemble: & dans cette latitude, divers Obſervateurs pourroient ſe déterminer différemment, & partager les Phyſiciens. Si donc on veut avoir un *Électromètre comparable*, il faut néceſſairement convenir des *fixations* de tout ce qui, par ſa nature, eſt indéterminé juſqu'à un point. J'avois beſoin de le faire pour moi-même, dans les Expériences que j'avois entrepriſes; & je parvins aiſément, par des *déterminations* exactement ſuivies, à me faire des Electromètres *comparables*. Mais ayant ſenti, d'après l'uſage même de ces Inſtrumens, combien le manque d'un Electromètre *commun* nui-

soit aux progrès de cette Branche de la Physique; & que pour qu'il y en eût un, il falloit que quelqu'un le proposât : j'en fis un objet de recherches particulières, afin de pouvoir proposer un *Electromètre* assez près de la détermination la plus convenable, pour qu'on ne le changeât pas légèrement; & qu'il pût servir ainsi d'*Électromètre commun*, jusqu'à ce que quelque Considération majeure lui en fît décisivement préférer un autre. Car il n'y a rien de plus embarrassant dans la Physique expérimentale, que les différences des *Mesures* d'une même Classe d'Effets, introduites par des considérations de peu d'importance. Je vais donc décrire l'*Électromètre* que je propose, en attendant qu'on en découvre quelqu'autre qui soit essentiellement meilleur.

SECTION IX.

Description d'un Électromètre.

395. AU commencement de la Section précédente, j'ai dit la raison qui m'avoit engagé à substituer, dans mes premiers Électroscopes, des Balles *métalliques* creuses, aux Balles de *Moëlle* que je trouvai en usage lorsque je repris les Expériences électriques. Je les fis faire d'*Argent*, parce que je trouvai les Orfèvres

occupés à en faire de très-légères en Or (revenues à la Mode dans toute ſorte d'Ornement), & qu'ils n'aiment pas à travailler le Léton. Quand je voulus enſuite les employer à l'*Électromètre commun*, il fallut en fixer la *groſſeur* & le *poids*. Au premier égard, je fus déterminé par la nature même de mes Expériences, dont l'eſpèce étoit celle qui exige le plus un *Électromètre*. D'ailleurs, un *Électromètre fondamental*, peut ſervir à en conſtruire d'autres pour tous les cas de plus grande ou moindre *Électriſation*, comme je l'indiquerai. Et quant à l'*Électromètre fondamental*, voici ce qui conduit à une détermination de la *groſſeur* de ſes *Balles*. J'ai fait voir ci-devant, que des Expériences ſur les Modifications du *Fluide électrique*, ne ſauroient être faites avec exactitude auprès d'une Machine électrique en jeu; parce que le *Milieu* des environs eſt *électriſé* par elle : ce qui produit dans les Corps mobiles, des Mouvemens étrangers aux Cauſes dont ils devroient déterminer les Effets. Il faut donc toujours s'éloigner de cette première Source artificielle de *Fluide électrique*, & en avoir proviſion dans une *Bouteille de Leyde* chargée. C'eſt une pratique que je tiens de mon nouveau Maître en Electricité, M. VOLTA.

396. On ne peut donc jamais donner de grands degrés d'*Electrisation* aux Corps sur lesquels on opère : mais l'on ne perd rien à cet égard ; car ces degrés très-forts sont trop passagers, même dans les tems les plus favorables, pour qu'on puisse observer rien de fixe dans leurs effets, & une *Bouteille de Leyde* est plus que suffisante pour toutes les Expériences de ce genre. La Bouteille destinée à ces Expériences, ne doit être ni trop grande, ni trop petite : quand elle est trop grande, outre qu'elle est incommode, on ne peut jamais la *charger* au même *degré* qu'une petite, sans la mettre en danger de se rompre ; à cause de l'inégalité presque inévitable de son épaisseur, & que les parties minces, se chargeant le plus, s'éclattent fort aisément. Une petite Bouteille acquiert donc, avec moins de danger, un plus grand *degré* de *Charge* : mais il ne faut pas non plus qu'elle soit trop petite, parce qu'on ne pourroit pas répéter plusieurs fois, sans la recharger, une assez forte charge dans des Corps d'une certaine grandeur, tels par exemple que mes Disques ; ce qui pourtant est nécessaire. L'Expérience m'a conduit à choisir une *Bouteille* dont voici les dimensions, non comme absolument nécessaires, mais comme indiquant à-peu-près la grandeur convenable.

venable., Elle eſt cylindrique, ſauf le petit rétréciſſement de ſon Ouverture, qui eſt fermée par un diſque de bois au travers duquel paſſe la tige du *Bouton*. Sa hauteur totale eſt de $5\frac{1}{4}$ pouces Anglois, & ſon diamètre de 2 p. $\frac{7}{8}$. Les Feuilles d'étain qui la tapiſſent en dedans & en dehors, s'élèvent à 1 p. $\frac{1}{4}$ de diſtance du haut ; & cet eſpace qu'elles ne couvrent pas, eſt verniſſé. Enfin ſon *Bouton* a environ $\frac{7}{8}$ de pouce de diamètre.

397. C'eſt d'après cette *Bouteille*, dont l'uſage ne m'a rien laiſſé à déſirer, que j'ai déterminé le degré de *courbure* des Contours de toutes les parties de mes principaux Appareils ; ces Contours devant toujours être tels, qu'en touchant l'Appareil avec le Bouton de la Bouteille dans ſa plus forte Charge, il ne s'y forme point d'*Aigrette*. C'eſt donc auſſi ce qui a déterminé la *groſſeur* des *Balles* de l'*Électromètre* ; elles ont dû être aſſez groſſes, pour ne pas donner d'*Aigrette* quand j'applique le Bouton de la *Bouteille* très-chargée aux Appareils qui communiquent avec cet Inſtrument. Et je remarquerai ici en paſſant, au ſujet de la grandeur des *Bouteilles* ; que je n'ai jamais pu faire *élever* la *Balle* de ces *Électromètres* avec une fort grande *Bouteille* autant qu'avec celle-là, en

employant une *Machine* de médiocre grandeur pour les charger l'une & l'autre.

398. Quant au *Poids* des *Balles* de l'*Electromètre*, c'eſt l'*Orfèvre* qui l'a déterminé. Après avoir fixé leur diamètre, je lui recommandai de les faire auſſi légères que pourroit le permettre un certain degré de force qu'elles doivent avoir, pour qu'on puiſſe les tourner & qu'elles ne ſoient pas trop ſujettes à être défigurées par les chocs. Lorſqu'il m'en eut fait un certain nombre, je pris la plus légère pour règle, & j'amenai toutes les autres au même Poids en les tournant. Il falloit auſſi fixer la longueur de leurs *Baguettes*; & je l'ai fait, en prenant un milieu entre deux conſidérations oppoſées. En les faiſant plus longues, les degrés qui meſuroient l'Angle étoient plus grands; ce qui étoit un avantage; mais il falloit des ſupports plus élevés, ſans quoi la Table auroit influé ſenſiblement ſur les Balles, & des ſupports trop hauts étoient ſujets à des inconvéniens. Enfin, j'ai déterminé qu'une ſeule des *Balles* ſeroit mobile; parce que les obſervations doivent être promptes, & qu'il n'eſt pas facile de bien obſerver la correſpondance de deux objets quand ils ſont à une certaine diſtance l'un de l'autre, tels que ſont la Baguette

d'une de ces Balles & l'Echelle. Or la difficulté augmenteroit beaucoup, s'il falloit porter l'attention ſur deux Balles à la fois. J'ai trouvé encore un autre grand avantage à ne faire mouvoir qu'une Balle; c'eſt celui de pouvoir diminuer conſidérablement ſa réſiſtance à être mue, en lui ajoutant un contre-poids par-deſſus.

399. Je ſuis entré dans ces détails ſur les raiſons des déterminations les plus importantes de l'*Électromètre*, pour qu'on puiſſe en juger. Les fixations préciſes avoient ſans doute quelque choſe d'arbitraire & que des circonſtances peu importantes ont déterminé; & il en eſt de même des autres parties de l'Inſtrument dont l'influence n'eſt pas grande. Mais maintenant que tout y eſt fixé, on ne ſauroit preſque faire de changement dans aucune de ſes parties, ſans qu'il en réſultât des changemens dans ſon langage; ſi donc il n'a pas de défaut eſſentiel, & qu'en s'y conformant on puiſſe avoir un *Electromètre comparable*, c'eſt un motif de n'y pas faire de changement.

400. La *Fig.* 1, *Pl.* I, repréſente cet *Electromètre*, réduit à la moitié de ſes dimenſions, ainſi, pour toutes les parties qui ne ſont pas de grande importance, il ſuffira de doubler la grandeur de celles de la *Figure:* quant aux par-

ties les plus importantes, j'en indiquerai les dimenſions. Cette *Figure* conſiſte principalement dans la ſection par l'Axe de toutes les parties de l'Inſtrument qui ſont dans le même plan que les *Balles*; à quoi ſont ajoutées, par des lignes ponctuées, les parties qui ſont hors de ce plan. La Baſe *a a*, qui eſt de bois, eſt garnie par deſſous d'une plaque de plomb *b b*, ſervant à la ſolidité de l'Inſtrument. Il eſt important que cette plaque ſoit bien platte, pour que l'Inſtrument ne ballotte pas. La baſe reçoit à vis une pièce de bois *c*, qui porte la tige iſolante *d d*, faite d'un tube de verre verniſſé en dedans & en dehors. J'emploie le hêtre pour toutes les pièces de bois des Inſtrumens dont je parlerai; parce qu'avec un peu de compreſſibilité, il eſt néanmoins très-ferme. Au haut de la Tige de verre eſt un grouppe de pièces de bois, auquel toutes les parties de l'Inſtrument ſont fixées. La principale des pièces de ce grouppe eſt repréſentée par *e f*; & ſon tourillon *f* entre dans le Tube, où il tourne à frottement doux. Cette pièce eſt traverſée horizontalement par un tube de verre *g g*, verniſſé en dedans & en dehors, qui renferme une Baguette de léton ſervant de *Conducteur* à l'Electromètre. L'une des extrémités de cette Baguette entre à vis dans un cylindre de léton *h*,

& l'autre dans une Balle de léton *i*. En viſſant fortement cette dernière lorſque les Balles pendent verticalement, on aſſure cette poſition.

401. La Balle immobile *k*, *l*, *m*, eſt ſuſpendue au point *k* par une pièce de bois *k l*, dont la partie *l* entre dans une Paille, qui ſert de Baguette à cette Balle, & dans laquelle elle eſt collée. J'ai préféré la *Paille* à toute autre Subſtance conductrice pour les Baguettes des deux Balles; d'abord parce qu'elles devoient être d'une certaine groſſeur, pour être moins flexibles & diſſiper moins le Fluide électrique, but que la Paille remplit avec peu de Poids: & enſuite, parce qu'elle eſt lentement conductrice; ce qui aide à prévenir les balancemens de la Balle mobile, objet auquel je reviendrai. La pièce de bois *k* dont la *Figure* repréſente la coupe, eſt platte, & elle entre avec un peu de force dans une ouverture faite au cylindre de léton *h*, où elle eſt retenue par une goupille. Cette ouverture marquée par des lignes ponctuées, permet à la pièce *k* un petit mouvement ſur ſa goupille; ce qui ſert à amener cette Balle au contact de l'autre, quand celle-ci pend convenablement. La ſuſpenſion de cette dernière eſt au point *p*, dans une fourchette *p o*, dont le tourillon *o* entre dans le

cylindre *h* à frottement un peu dur : je reviendrai à cette pièce.

402. L'Échelle *r s*, est de hêtre. J'ai préféré le bois au métal pour cette pièce, parce qu'étant moins conducteur, il influe moins sur les *Balles*. D'après cette considération, il paroîtroit convenable d'y employer le *Verre*. Mais d'abord, il auroit été difficile de le fixer sans métal, ce qui auroit beaucoup diminué son utilité : & de plus on n'auroit pas trouvé partout des ouvriers capables de faire des Echelles de verre. Enfin, tant de grandes causes inévitables influent sur la marche de cet Instrument ; que pourvu que celle-ci (qui est réduite à très-peu de chose dans cette construction) ait la même influence dans tout *Electromètre*, il n'en résulte aucun inconvénient. Cette pièce de bois a environ $\frac{3}{4}$ de ligne d'épaisseur ; elle est couverte de papier, collé avec de la colle d'amidon, & séché dans une presse, ou sous un poids, entre deux corps bien plats : ses bords doivent être arrondis, comme toutes les pièces des Appareils électriques.

403. J'indiquerai en *Pied de France* les dimensions des principales parties de cet Instrument, parce que cette mesure est la plus généralement

connue; mais j'y ajouterai la réduction au *Pied Anglois*, suivant le rapport de 15 du premier à 16 du dernier, qui est suffisamment exact. La première des dimensions que j'indiquerai, sera celle du *Rayon* de l'*Echelle*, compté de *p* comme centre, à *s:* ce rayon est de 4 pouces de *France* (4,27 p. ang.); ce qui donne en même tems la grandeur de la pièce de bois, sur laquelle il faut qu'on puisse porter le *Rayon*. Par ce moyen on a l'angle de 60°, dont 40 forment toute l'étendue de l'Echelle, placée comme le représente la *Figure*. Je vais indiquer ce qui m'a engagé à ne pas la faire plus grande.

404. D'après les dimensions & les Poids déterminés à l'égard de la *Balle mobile*, elle peut diverger dans quelques cas jusqu'à 60°: mais ce n'est que pour un instant, & en lançant une aigrette. L'*Electromètre fondamental* ne doit pas être employé à des Expériences de ce genre; parce qu'on peut lui en substituer d'autres pour ces cas-là, & que l'augmentation de l'étendue de l'Echelle, au-delà de ce qui est nécessaire pour les Expériences susceptibles d'exactitude, affecte essentiellement la Marche de la Balle. J'ai donc préféré de ne lui donner que l'étendue nécessaire pour ces Expériences, & d'employer d'autres moyens, dont

je parlerai, pour mesurer de plus grands dégrés d'Electrisation.

405. L'Echelle étant rendue si légère, tant par sa Substance que par son peu d'étendue, j'ai pu la faire porter par une petite baguette de verre, au moyen d'un simple tube de papier roulé & collé, fixé avec de la colle derrière l'*Echelle* en *r*; ce tube est représenté dans la *Figure* par une ligne ponctuée. L'autre extrémité de la baguette passe dans une cheville de bois *t*, *Fig.* 1, & qui se voit aussi en *t*, dans la *Fig.* 2, où j'ai représenté une section par l'Axe du même grouppe de pièces de bois, à angle droit de sa section dans la *Fig.* 1. La pièce *u u* des deux *Figures*, est un anneau qui tourne à frottement un peu fort sur la partie *a* de la pièce *e a f*, *Fig.* 2 : c'est dans cet anneau qu'entre, à frottement assez dur, la cheville *t*. On a ainsi quatre *Ajustemens* pour l'*Echelle*. 1°. On l'amène dans un plan vertical, en faisant tourner le petit tube de papier sur la Baguette de verre au point *r*, *Fig.* 1. 2°. On l'amène à une distance déterminée de la Balle, en faisant tourner l'anneau *u u* des deux *Figures*. 3°. On rend vertical le Rayon correspondant au degré de l'*Echelle*, par le mouvement de la cheville *t*. 4°. Enfin on fait correspondre ce

Rayon avec la Balle mobile, en allongeant ou accourciſſant la Baguette de verre, qui peut gliſſer, ou dans la cheville *t*, ou dans le petit tube de papier *r*. En cet état le Centre d'où l'Echelle a été tracée, doit correſpondre horizontalement avec le point de ſuſpenſion de la Balle mobile (*p*, *Fig.* 1): j'indiquerai le moyen de s'aſſurer que cela eſt ainſi.

406. Ces *Ajuſtemens* ne peuvent ſervir à bien placer l'Echelle, qu'en tant que toutes les pièces ont les dimenſions & directions néceſſaires: & pour y réuſſir aiſément, il faut avoir un plan ſemblable à la *Figure* 1, mais de grandeur naturelle, tracé ſur une planche, dans le ſens de la *Figure* vue au miroir: ce plan fournit d'abord toutes les dimenſions des pièces; puis quand elles ſont montées, & le petit tube de papier mis au bout de la Baguette de verre, il faut coucher l'Inſtrument, (ſans la Baſe) ſur le Plan, & amener la Baguette dans la poſition où elle eſt tracée. Alors il faut ſoutenir l'Echelle, par quelque appui, contre le tube de papier, dans la poſition qu'elle doit avoir, & l'y coller. On ſera ſûr ainſi de pouvoir l'amener à ſa poſition exacte, au moyen des *Ajuſtemens* & de la méthode que voici. Il faut avoir un Triangle iſoſcèle de léton mince, tel que celui dont les

deux côtés égaux sont représentés dans la *Figure* 1 par des lignes ponctuées, partant du centre de mouvement *p* de la Balle mobile, & aboutissant aux points o & 40 de l'*Echelle*. Deux pointes fixées sur ce Triangle, vis-à-vis des points 5 & 35, doivent entrer dans de petits trous faits à l'Echelle à ces points-là, par où il est tenu de bout; & l'on voit alors si son sommet correspond horizontalement avec le point de suspension de la Balle; s'il n'y correspond pas, on l'y amène par les *Ajustemens*, puis on enlève légèrement le Triangle. L'Echelle doit être à demi-pouce de distance des Balles; & si l'on a bien suivi les dimensions de toutes les pièces, elle se trouvera en même tems dans un Plan parallèle à celui du mouvement de la Balle mobile. Cette dernière condition est naturelle; l'autre est fixée par les convenances, & doit être suivie pour l'uniformité de la Marche de la Balle. Il ne faudroit pas que l'Echelle fût trop distante; parce que cela rendroit l'observation plus incertaine: mais il falloit qu'elle le fût à ce point, pour diminuer autant qu'il étoit possible son influence sur les Balles. J'ai tracé sur l'Echelle un trait *x x*, parallèle au trait o, & à telle distance, que l'œil voie ces deux traits rasans les deux Balles par le dedans. Quand on observe, il faut se placer de manière qu'on

voie le trait $x\ x$ raser la Paille immobile, & que l'œil soit élevé au niveau du point de suspension de la Balle : il se trouve alors au sommet d'un cône, dont l'Echelle fait partie de la base ; & en suivant la Balle mobile dans ses mouvemens, on la rapporte sur l'Echelle sans parallaxe. Cette Echelle est divisée des deux côtés, pour qu'au besoin on puisse observer l'Instrument dans la position contraire à celle de la *Figure.*

407. La *Balle mobile* étant la partie principale de l'Instrument, j'en ai représenté la coupe de grandeur naturelle dans la *Fig.* 3. La Baguette *a b*, est faite (comme je l'ai dit) d'un bout de *Paille*, qui doit être bien droit, & coupé avec une petite lime tranchante à la partie supérieure d'un Tuyau, où il faut laisser le Nœud & un petit bout du Tuyau suivant; parceque cette naissance des Tuyaux est solide, & qu'on peut ainsi la faire entrer à vis dans la petite douille de la Balle *n*, comme on le voit au point *b*. Un Canon de léton *c c c c*, sert à réunir la Paille avec une Baguette de verre vernissé *e f*, & à porter l'Axe *d d* sur lequel se meut la Balle. La Paille étant un peu conique, seroit suffisamment retenue dans le trou du canon, quand l'axe ne l'y fixeroit pas en la traversant : & sa partie qui s'élève

au-dessus de l'Axe, sert à recevoir la baguette de verre avec un frottement plus doux qu'on pourroit l'obtenir dans le léton. L'Axe doit être d'Acier, très-bien fait, placé soigneusement à l'angle droit avec la Paille, & ses Pivôts doivent être fort déliés.

408. J'ai représenté par des lignes ponctuées dans cette même *Figure*, un Anneau tronqué, dans lequel la Balle est suspendue par ses Pivôts. Le Tourillon *o*, *Fig.* 1, qui entre dans le Cylindre *h*, est rivé en *o*, *Fig.* 2. C'est en faisant tourner l'Anneau sur ce Tourillon, qu'on place la Baguette de cette Balle dans le même plan que celle de la Balle immobile ; & l'on rend ce plan vertical, en faisant tourner le *Conducteur* dans le Tube de verre *g g*, *Fig.* 1. De petits trous *p p*, *Fig.* 3, percés aux extrémités de l'*Anneau* avant que de le courber entièrement, reçoivent les Pivôts de l'Axe ; & il faut avoir attention, en finissant de courber l'Anneau, que ces trous se trouvent sur une même ligne. Cette forme d'*Anneau* assez épais, étoit absolument nécessaire pour prévenir les *Aigrettes* ; & il falloit aussi, par des raisons que j'indiquerai, pouvoir aisément ôter & remettre la Balle. L'élasticité de l'Anneau m'en a fourni le moyen. J'emploie une petite Presse de léton,

dont la coupe eſt repréſentée de grandeur naturelle par la *Fig.* 4. Les Cavités *b b*, des deux branches, ſont deſtinées à s'appliquer contre les deux extrémités de l'*Anneau*, lorſqu'en ſerrant la vis, on ouvre la Preſſe juſqu'à libérer l'Axe; qui alors repoſe dans des échancrures faites pour cela aux deux bouts de la Preſſe, en *a*, *Fig.* 4, & *Fig.* 5; cette dernière repréſentant la coupe d'un des côtés de la Preſſe, à angle droit de celle de la *Fig.* 4. Alors donc les deux Pivôts ſont libres, & l'on peut enlever la *Balle.* Quand on veut la remettre, ou en placer d'autres qui portent un même Axe, il faut d'abord que l'Anneau ſoit ouvert par la Preſſe: puis faire repoſer l'Axe dans les coupures de celle-ci; qui doivent être faites de manière, qu'en cette poſition des Axes, leurs Pivôts ſe préſentent vis-à-vis des trous qui doivent les recevoir. Alors il ſuffit de deſſerrer la Preſſe; par où l'Anneau reprend ſa forme, & les Balles pendent librement.

409. La *Balle* d'argent creuſe, *n*, *Fig.* 3, doit avoir exactement 7 *lig. de Fr.* de diamètre (0,622 *p. Angl.*); la diſtance au Point de ſuſpenſion, comptée de la naiſſance de la *Balle*, doit être de 4 *p.* 8 *l.* (4,977 *p. Ang.*); & la longueur de la Baguette de Verre verniſſé qui

porte la Balle *q*, comptée, du Point de suspension au sommet de cette Balle, doit être de 2. *p.* 9 *l.* (2,933 *p. Angl.*). Telles sont les dimensions les plus importantes pour la comparabilité de l'Instrument. Le diamètre de la Balle de Cire d'Espagne *q* seroit déterminé, si la pesanteur spécifique de la cire étoit bien fixe, & que toutes les parties du *Pendule* fussent toujours exactement semblables en tout. Mais comme il n'est pas naturel de l'attendre, c'est à la Balance que les petites différences sont compensées par le poids de la Balle de cire.

410. J'ai employé des *Poids Anglois* pour ce qui doit être déterminé à la Balance, parce que c'étoient ceux dont je pouvois être le plus sûr à *Londres*, les ayant eus de M. WHITEHURST, dont l'Office est de les examiner. Mais comme je devois indiquer des *Poids* qui fussent plus généralement connus, j'ai fait venir de *Paris* un Poids de *demi-Marc*, dont j'avois extrêmement recommandé l'exactitude, & j'ai prié M. WHITEHURST d'en déterminer le rapport avec le *Poids de Troy* anglois: il a trouvé; qu'une *once* du *Poids de Marc*, pesoit 472,2 *grains* du *Poids de Troy*, dont l'*once* en contient 480. D'où il résulte; que 96 *grains* du *Poids de Troy*, sont équivalens à 117 *grains* du *Poids*

de Marc : c'eſt donc le rapport que j'emploierai. Il eſt bien entendu, qu'il faut avoir d'excellentes Balances : les miennes ſont très-exactes, & fort ſenſibles à $\frac{1}{32}$ de *grain*.

411. La première opération relative au *Poids*, eſt de réduire la *Balle d'argent* ſeule, à environ 30 *grains Anglois*. Mais comme la réſiſtance de cette *Balle* au déplacement s'exerce ſous la forme de *Pendule*, c'eſt ſous cette forme que je la pèſe finalement. Pour cet effet, je la mets à ſa Branche, mais ſans Contre-poids, & je la place comme on la voit dans la *Figure 6*, qui repréſente, à la moitié de ſes dimenſions, le petit Appareil où j'ajuſte mes Balles. Sa Baſe eſt une Planchette *a a*, ſur laquelle eſt fixé le Pied *b* d'un Bras qui porte la Balance. Une Fourchette *c* s'y trouve auſſi fixée, à une diſtance telle, que lorſqu'elle porte les Pivôts de l'Axe du *Pendule*, la Balle *n* de celui-ci repoſe au milieu de la Coupe voiſine de la Balance, dont l'autre Coupe reçoit les Poids. C'eſt dans cette ſituation, que le *Pendule* doit être exactement en équilibre avec 30 *grains Anglois* (24 $\frac{1}{8}$ *gr.* de *Fr.*) ; ce qu'on obtient, en diminuant peu-à-peu le Poids de la Balle, miſe pour cet effet dans une petite boëte ſur le Tour.

412. Le Contre-poids *q* doit ensuite être ajusté au *Pendule.* La longueur de sa Baguette de verre est déterminée ci-devant; ainsi il ne s'agit plus que de sa Balle qui est de Cire d'Espagne. J'emploie de la meilleure Cire, & j'en ramollis un morceau dans de l'eau chaude, de manière à pouvoir l'arrondir & la percer avec l'Arbre sur lequel je la tournerai. Cet Arbre doit être plus petit que la Baguette de verre; parce que le trou de la Balle de cire s'agrandit en la tournant. Cette opération est longue; il faut de la patience & des outils bien tranchans pour ne pas briser la Cire, au lieu de la couper. Quand cette Balle est réduite un peu au-dessous de la grosseur de celle d'Argent, il faut agrandir son trou (s'il n'est pas déjà assez grand) pour que la Baguette de verre puisse y entrer; & mettre alors le *Contre-poids* à sa place. Le Poids *restant* de la *Balle* d'Argent sur la Balance, doit être exactement $7 \frac{1}{2}$ *gr. Angl.* ($6 \frac{5}{32}$ *gr. de Fr.*): si elle pèse moins, il faut diminuer la Balle de cire jusqu'à ce qu'on arrive à ce point déterminé, ou du moins à $\frac{1}{32}$ ou même $\frac{1}{16}$ de grain près; car alors on peut ajuster entièrement le contre-poids sans remettre la Balle de cire sur le tour; il suffit d'y enfoncer un peu plus ou un peu moins la Baguette de verre, en même

tems

tems qu'on l'y colle. Le *Poids restant* étant donc 7 $\frac{1}{2}$ grains, si la Balance est sensible à $\frac{1}{32}$ de *grain*, il ne peut pas y avoir entre les *Electromètres* une différence d'$\frac{1}{240}$ de la résistance totale du Pendule, soit d'$\frac{1}{6}$ de degré de l'Echelle au 40me degré, qui seroit l'effet d'une différence d'$\frac{1}{32}$ de grain.

413. Tel est donc le *Pendule* qui sert à l'*Electromètre fondamental*; & c'est de celui-là que je pars pour en faire plusieurs autres par comparaison. Ce premier *Electromètre* devant être la Base de la *comparabilité* de l'Instrument, il ne falloit pas que ses dimensions fussent trop petites, ni la résistance du *Pendule* trop diminuée; parce que les petites différences auxquelles on doit toujours s'attendre dans l'exécution, auroient eu trop d'influence sur la *comparabilité*. Il ne falloit pas non plus aller trop loin dans le sens contraire; parce qu'il convenoit que l'*Electromètre fondamental* servît immédiatement aux principales Expériences sur les *Loix* des Phénomènes électriques; & j'ai dit ci-devant, comment ces Expériences ont déterminé, tant la grosseur des *Balles*, que la longueur de la suspension de la Balle mobile. Je crois donc avoir fixé par des raisons suffisantes, tout ce qui appartient à cet *Electromètre fondamental*;

& voici maintenant les autres classes d'*Electromètres* que j'ai faits d'après celui-là.

414. On ne peut pas appliquer des *Balles* plus petites que celles de ce premier *Electromètre*, aux Conducteurs sur lesquels on agit immédiatement avec une *Bouteille de Leyde* de médiocre grandeur; parce qu'elles produiroient des *Aigrettes*. Je ne crois pas non plus qu'on pût diminuer sans quelque inconvénient, la Surface *conductrice* des autres pièces de cet *Electromètre*; car je les ai rendues aussi petites qu'elles pouvoient l'être convenablement. Mais quand il ne s'agit que de l'Action d'un Corps *électrisé* sur d'autres Corps, on peut souvent appliquer à ceux-ci de plus petits *Electromètres*; parce que le danger des *Aigrettes* n'est plus si grand, & qu'alors il y a de l'avantage à diminuer le rapport de la Surface conductrice de l'*Electromètre*, avec celle du Corps auquel il est appliqué. J'en ai donc une seconde classe, dont les dimensions sont telles que la *Fig.* 1 les donne immédiatement; c'est-à-dire, la moitié de celles de l'*Electromètre fondamental*, à l'exception de la hauteur du *Pied*, & de la longueur du petit *Conducteur*, qui doivent toujours être les mêmes. La Balle de cire du *Contre-poids* diffère aussi de cette dimension, parce que c'est par elle que

cette seconde classe d'*Electromètres* doit être mise d'accord avec la première : ce qui s'exécute en les faisant communiquer l'un à l'autre par leur *Bouton*, & les électrisant en commun. Il faut donc, ayant d'abord une Balle de cire plutôt trop grosse que trop petite, la diminuer jusqu'à ce que les deux *Electromètres* marchent d'accord.

415. Dans les cas où l'on veut porter les *Balles* des *Electromètres* hors de l'*Influence* des Corps électrisés, il faut allonger leurs *Conducteurs*; ce qui se fait par une Pièce dont la Coupe est représentée dans la *Figure* 7. C'est un Canon de léton *a a*, qui reçoit à vis, d'un côté, l'extrémité du *Conducteur* dont on a ôté la Balle; & de l'autre, une nouvelle Baguette de léton, qui, étant aussi à vis à l'autre extrémité *b*, reçoit alors la Balle. Cette Baguette additionnelle peut être de telle longueur qu'on veut, pourvu que la Base de l'Instrument soit assez solide. On pourra l'allonger davantage, en employant une Paille au lieu d'une Baguette de léton.

416. Plus les Corps sur lesquels on opère sont petits, plus il faut diminuer les *Electromètres*; tout comme il faut employer des Ther-

momètres d'autant plus petits, que la maſſe des Subſtances auxquelles on les applique eſt moindre. J'avois donc beſoin de bien petits *Electromètres*, dans les Expériences ſur les petites Plaques de léton appuyées contre différentes parties d'un Diſque électriſé (§ 372). J'employai d'abord un Fil de lin doublé, fixé au bout d'une Baguette de verre ; mais n'ayant par-là qu'un *Electroſcope* très-irrégulier, je ſongeai aux moyens d'avoir un *Electromètre* qui n'eût pas plus de Surface, & j'arrivai à celui qui eſt repréſenté par la *Fig.* 8. Sa grandeur n'a rien de déterminé ; plus il ſera petit, mieux il remplira ſon but. Il eſt fait de deux *Brins de Foin*, & l'on en trouve de très-minces en haut des tiges de certains *Gramens* ; ainſi il ne s'agit que de plus de dextérité, pour les rendre plus petits. Ces Brins ont une propriété bien commode ; c'eſt qu'on peut les redreſſer parfaitement & qu'ils ſe conſervent droits. L'un des Brins *f g*, eſt immobile ; & l'autre *c c*, eſt mobile. Je les ai repréſentés plus en grand dans la *Fig.* 9, pour expliquer la manière dont ils ſont montés. Il n'y a pour tout *Conducteur* dans cet *Electromètre*, qu'un bout de Fil de léton de Guitarre *a b*, qu'il faut ſuppoſer vu en perſpective par-deſſous, la partie *a* étant en avant. Le Brin *c c* des deux *Figures*, eſt fendu en *d*,

pour recevoir, à angle droit, un bout d'un Brin plus gros, qui doit y être collé. La branche horizontale *a* du Fil de léton, passe librement dans ce petit tube; & une petite masse de cire molle *e*, fixée à son bout, l'empêche d'en sortir. Le Brin pend ainsi librement sur ce petit tube *d*, comme sur un Axe. Un autre bout d'un pareil tube, sert à fixer le Brin immobile *f g*, à la branche *b* du Fil de léton; cette branche & le Brin entrant dans le petit tube & y étant collés. Mais auparavant, il faut faire passer la branche *b* dans un anneau *h*, fait à l'extrémité *h i* (*Figures* 8 & 9) d'un bras de verre; & quand les trois petites pièces sont réunies, on les fixe dans ce trou, par une goutte de colle de poisson, en maintenant cette branche dans la situation où elle est représentée dans la *Fig.* 8, jusqu'à ce que la colle soit sèche. Ce Brin est aussi traversé, en croix, d'un bout *k* de l'autre Brin, *Fig.* 8 & 9, pour prévenir que le Brin mobile ne passe de l'autre côté & ne diverge en sens contraire, comme cela lui arrivoit quelquefois avant cette précaution. Enfin j'ai mis à toutes les extrémités des Brins, une goutte de cire d'Espagne, pour prévenir la dissipation du Fluide électrique.

417. L'Echelle *l m* de ce petit Inſtrument, ſemblable à celle des autres *Electromètres*, eſt portée par une Baguette de verre *n p*, partant de la pièce de bois *o, o, o, o*, *Fig.* 8, qui réunit toutes les pièces du haut de l'Inſtrument. Elle eſt percée dans le ſens de ſa longueur de deux trous de différens diamètres, l'un recevant la tige de verre *q*, qui appartient au Pied; & l'autre, le Bras de verre *i h*. Deux cercles concentriques, ponctués ſur la coupe de cette pièce, marquent la place d'une Cheville qui porte la Baguette de l'*Echelle*; & celle-ci eſt ramenée dans le plan de la coupe de l'Inſtrument, au moyen d'un grouppé de pièces de bois *r*, où elle tourne ſur le tourillon d'une Cheville. Le mouvement de l'*Echelle* ſur ce tourillon, & la faculté qu'a la Baguette de verre de gliſſer dans le trou de la Cheville qui la porte, ſervent d'*Ajuſtement* pour amener l'*Echelle* dans telle poſitition, qu'elle ait pour Centre le point de ſuſpenſion *d* du Brin mobile. Je l'ai miſe ſous les Brins, & non à côté, comme dans les autres Electromètres; parce que dans cette dernière poſition, le Brin mobile s'y portoit; ce qui gênoit ſon mouvement. La diviſion de cette *Echelle* eſt la même que dans les autres *Electromètres*; & l'on peut, au moyen de la partie *c*

du Brin mobile qui ſert de *Contre-poids*, lui faire indiquer le même degré qu'eux, quand il leur eſt appliqué. Mais comme les petits Corps minces, tels que les petites Plaques de léton dont j'ai parlé ci-deſſus, ne peuvent pas conſerver de grands degrés d'*Électriſation*, à cauſe de leurs bords tranchans; on peut auſſi faire ſervir cet Inſtrument de *Micromètre*, d'après la méthode que j'indiquerai ci-après, en laiſſant la partie *c* plus longue, afin que le Brin s'écarte avec moins d'effort. Cette ſimple indication ſuffira, quand on aura vu d'autres applications de la méthode dont je parle.

418. On a donc ainſi un véritable *Electromètre* pour les petits Corps; ce qui devient utile en pluſieurs cas, &c par exemple, dans les Expériences relatives à la diſtribution du *Fluide électrique* entre les Corps contigus, ou ſur les mêmes Corps, que j'ai faites en leur appliquant de petits Corps iſolés, & examinant leurs divers degrés d'*Electriſation*. Et ſi les recherches à cet égard venoient même à exiger qu'on tînt compte de ce que cet Inſtrument, tout petit qu'il eſt, enlève ou fournit de *Fluide électrique* à de petits Corps, on pourra le faire encore, en employant deux *Electromètres* ſemblables, qu'on leur appliquera l'un après l'autre,

obſervant quel changement réſultera ſur le premier, de l'application du ſecond ; ce qui fournira le moyen de connoître, de combien l'*Électriſation* du Corps avoit été affoiblie par ſa conjonction avec le premier *Electromètre.* La même méthode peut être employée, dans tous les cas où l'on veut déterminer exactement le degré d'*Electriſation* d'un Corps, par l'application d'un *Electromètre.*

419. Les deux claſſes d'*Electromètres* que je viens de décrire, outre l'*Electromètre fondamental*, ne ſont que des *diminutifs*, des eſpèces de Subſtituts, de ce dernier ; mais il falloit avoir des *Mégamètres* & des *Micromètres* électriques : car par exemple, l'*Electromètre fondamental* ne peut être appliqué, ni au *premier Conducteur* d'une Machine électrique, qu'il décharge ſans ceſſe par des *Aigrettes* ; ni à des Corps dont l'*Electriſation* eſt au-deſſous d'un *degré.* J'ai donc eu recours à d'autres moyens pour ces deux cas, & voici d'abord celui que j'emploie pour les grands degrés d'Electriſation. Le principal défaut de tous les *Electroſcopes* qu'on a appliqués juſqu'ici aux *premiers Conducteurs* des Machines électriques, eſt la petiteſſe de leurs Balles. La première condition d'un *Mégamètre* électrique, eſt que ſes *Balles* ſoient

d'une telle grosseur, que la Machine ne puisse leur faire produire des *Aigrettes*; car celles-ci déchargent le *premier Conducteur*. Les Balles de deux pouces de diamètre dont j'ai parlé ci-devant (§ 368), appartiennent à mon *Mégamètre*; & elles ne sont pas trop grosses, quoique ma Machine soit médiocre. Il en faudra donc de plus grosses pour de plus grandes Machines. On en fait à *Londres* pour les *Aéromètres*, dont le diamètre a jusqu'à trois ou quatre pouces, & qui cependant sont très-légères; mais on peut aussi employer de petites *Citrouilles* vuides, en les faisant dorer avec soin.

420. La Monture de ces grosses *Balles*, ne diffère de celle de l'*Electromètre fondamental* que par la grandeur des parties qui doivent, pour la plupart, être proportionnées aux *Balles*; pour prévenir les *Aigrettes*; & par exemple, au lieu de *Pailles* pour suspendre les *Balles*, il faut employer des *Roseaux*. Entre les parties qui ne suivent pas la proportion de l'agrandissement des *Balles*, se trouve d'abord le Pied, qu'il faudra faire d'une hauteur & d'une forme convenables à la Machine: puis l'Anneau coupé qui porte l'axe de la Balle mobile, dont l'épaisseur ne doit pas augmenter proportionnellement à l'augmentation de son diamètre; parce qu'il deviendroit

trop difficile à ouvrir : le *Conducteur* encore, qui, dans ſon tube de verre, ne diſſipe pas le Fluide, peut n'être pas groſſi à proportion des *Balles :* enfin la Balle de cire du *Contre-poids* ſera plus petite que dans cette proportion, & en voici la cauſe. La détermination du Mouvement de la *Balle mobile*, eſt tirée de l'*Electromètre fondamental :* il faut que, lorſque celui-ci indique 40 degrés, le Mégamètre n'en indique que 4 : & c'eſt par le *Contre-poids* qu'on produit ce rapport. Pour les obſerver enſemble, il faut que le *Premier Conducteur* de la Machine n'ait qu'une ſeule pointe, miſe au bout d'une pièce de bois, afin qu'il ſe charge fort lentement. On lui applique alors les deux *Electromètres*, & l'on fait agir la Machine graduellement, juſqu'à ce que la Balle de l'*Electromètre fondamental* arrive au 40me degré. Si alors le Mégamètre indique 4° ſur ſon Echelle, il ſera fini ; ſinon, il faudra l'y amener par le *Contre-poids*, en changeant, ou la groſſeur de la Balle de Cire, ou la longueur de la Baguette de Verre. Le *Mégamètre* étant accordé avec l'*Electromètre* à ce ſeul point, ſes Degrés ſeront ſenſiblement *décuples* de ceux de l'autre. On ſeroit ſurpris de ce rapport, vu ce qu'on ſait des Marches correſpondantes des *Pendules* ordinaires de différens poids, ſi je ne diſois à

l'avance, qu'il s'agit ici d'une Marche *Méchanico-physique*, & que les Règles de la Méchanique n'y entrent, que pour l'analyse du Phénomène ; ce que j'expliquerai.

421. J'ai peu étudié les Phénomènes auxquels ce *Mégamètre* électrique est applicable ; parce que j'avois trop d'autres objets à suivre : j'indiquerai donc seulement quelques remarques que j'ai faites à son sujet. Dès qu'on a passé le degré d'*Electrisation* que peut mesurer l'*Electromètre fondamental*, la Marche du *Mégamètre* devient de plus en plus oscillante, & enfin elle l'est à tel point, qu'il n'y a plus que des élans & des chûtes. C'est l'effet de la dissipation du *Fluide électrique* dans l'Air, dont la réparation se fait par secousses. Dans les tems les plus favorables, cette dissipation est déjà très-prompte quand l'*Electromètre* est à 40° ; & elle s'accroît de plus en plus à mesure que le degré de l'*Electrisation* augmente. De-là vient qu'il faut toujours une certaine proportion, entre la grandeur de la Surface d'un *premier Conducteur*, & le pouvoir de la Machine; car la dissipation totale est plus grande sur une plus grande Surface; & si la Machine ne fournit pas du *Fluide électrique* proportionnellement à la grandeur du Conducteur, le degré d'*Electrisation* s'élève

d'autant moins qu'il y a plus d'écart à cet égard. Le *Mégamètre* pourra donc servir à déterminer la grandeur des *premiers Conducteurs*, relativement au pouvoir des Machines; afin d'obtenir en même tems, les plus grandes *Etincelles* & le plus haut degré d'*Electrisation*. Mais il faudra d'abord que l'Expérience enseigne la meilleure manière d'employer le *Mégamètre*; à quoi j'ai trouvé des difficultés. Le degré d'*Electrisation* augmente jusqu'à un certain *Maximum*, lorsqu'on fait mouvoir plus rapidement la Machine; mais alors la Balle du *Mégamètre* oscille avec tant de force, qu'à moins d'une étude particulière de ses mouvemens, on ne peut juger de rien; & si pour la conserver plus tranquille, on fait mouvoir lentement la Machine, ou qu'on diminue le nombre des Pointes qui reçoivent le *Fluide*, on reste indubitablement au-dessous du *Maximum* d'*Electrisation*. J'avois songé à faire mouvoir la Baguette de la Balle, entre deux Arcs garnis à l'intérieur d'une barbe de Plume, qui la laisseroient passer quand elle s'écarteroit, & empêcheroient son retour, & qu'on pourroit ouvrir pour la laisser redescendre; ce que j'ai exécuté autrefois pour le Pendule d'un *Anémomètre*; mais je n'ai pas eu le loisir de mettre cette idée en exécution.

422. J'ai diſtingué ci-deſſus la *grandeur* des *Etincelles*, du *degré* d'*Electriſation*; parce que ſi des Conducteurs également *électriſés* ſont de grandeur différente, les *Etincelles* & les *Aigrettes* du plus grand *Conducteur* ſeront plus grandes que celles de l'autre. Quand on préſente à un *premier Conducteur*, un Corps en communication avec le Sol; ce Corps devient *négatif*, & le *Fluide électrique* s'accumule vers le point du *premier Conducteur* qui s'en trouve le plus près. Plus le Corps ſera éloigné du *premier Conducteur*, plus il faudra que la différence entr'eux devienne grande pour que l'*Etincelle* parte. L'Etincelle partira donc, à une plus grande diſtance, ou plus fréquemment à une même diſtance, lorſqu'il pourra s'établir une plus grande différence entre ces points oppoſés. Or l'étendue du *Conducteur* y contribue, comme celle des Mers influe ſur la grandeur des *Marées*. Voici donc l'idée que je me ſuis formée du *Maximum* d'étendue d'un *premier Conducteur* pour toute Machine. En l'agrandiſſant juſqu'à un certain point, on agrandira ſenſiblement les *Etincelles*, ſans diminuer à proportion le degré d'*Electriſation* auquel il pourra arriver; degré indiqué par le *Mégamètre*. Mais au-delà de ce point, les *Etincelles* n'augmenteront plus à proportion de ce que le degré d'*Electriſation* diminuera.

C'eſt-là tout ce que j'ai cru appercevoir dans le peu d'uſage que j'ai fait de mon *Mégamètre*. La nature de mes Expériences me conduiſoit plus naturellement à déterminer de petits degrés d'*Electriſation*, & ainſi à la recherche & à l'étude d'un *Micromètre*, qu'à celle d'un *Mégamètre*; & dès que je commençai à m'occuper de cette première recherche, le moyen que je tentai pour y arriver, me fournit lui-même des Phénomènes dignes de la plus grande attention, qui, lorſqu'ils feront bien déterminés, feront immédiatement applicables au *Mégamètre*.

423. Il étoit fort naturel d'imaginer, qu'une Balle plus légère feroit mue par de moindres degrés d'Electriſation; & qu'ainſi, en ſubſtituant à la *Balle mobile* de l'*Électromètre fondamental*, des Balles plus légères dans certaines proportions, il deviendroit *Micromètre* à divers degrés; ſauf à conſtruire des Tables, qui donnaſſent les rapports des degrés de *divergence* de ces divers *Pendules*, avec les degrés d'intenſité de la force qui les faiſoit mouvoir. Je ne doutois point qu'il ne fallût déjà une telle Table, pour juger des degrés d'*Electriſation* par la Marche de l'*Electromètre fondamental*; & je ſerois reſté dans l'erreur à cet égard, ſi je n'avois pas ſongé à faire des *Micromètres*. C'eſt

donc par eux que j'ai été détrompé ; ce que j'expliquerai, après avoir indiqué la conftruction de mes Balles *micrométriques.*

424. Ces nouveaux *Pendules* ont une même efpèce de fufpenfion que le *Pendule* (*Fig.* 3, *Pl.* I); parce qu'ils doivent pouvoir être fubftitués à celui-là : ils ont donc auffi la même longueur, du point de fufpenfion, au Centre des *Balles* refpectives *n* ; mais ces *Balles* font de diverfes groffeurs & fubftances. La *Balle* de mon premier *Micromètre* eft de *Moëlle de Sureau* ; elle n'a que 4 $\frac{3}{4}$ *lig.* de diamètre (0,42 pouce *Angl.*) ; & au lieu d'une Paille pour Baguette, elle n'a qu'un Brin de Foin. La Baguette de verre pour le *Contre-poids*, eft auffi plus mince & plus courte que celle du *Pendule fondamental* ; & au lieu d'une Balle de cire d'Efpagne faite fur le tour, j'en fais fondre feulement une petite maffe à l'extrémité de la Baguette, & je l'arrondis tandis qu'elle eft molle, en faifant tourner la Baguette entre mes doigts. C'eft par ce *Contre-poids* que je détermine le degré de réfiftance du *Pendule*, d'où dépend celui de fa divergence par les mêmes degrés d'Electrifation. Lorfque cet Electromètre eft en conjonction avec un *Electromètre fondamental*, fa Balle doit s'élever à 40° quand l'autre s'élève

à 4° ; par où, faisant abstraction de la Marche naturelle des *Pendules*, les *degrés* de ce premier *Micromètre* seront des 10[mes] de ceux de l'*Electromètre fondamental.*

425. J'ai un second *Micromètre*, semblable en tout au premier, excepté pour les grosseurs. Sa Balle de Moëlle n'a que 2 $\frac{1}{2}$ *lig.* de diamètre (0,22 *p. Angl.*); le Brin de Foin qui la porte est très-mince; le *Canon* de suspension est très-léger; & le Contre-poids est proportionné à la Marche que doit avoir cette petite Balle. Je dois faire observer, à l'égard de ces deux nouveaux *Pendules*, que leurs *Balles* étant plus petites que celle du *Pendule fondamental*, il faut avancer près d'elles la Balle immobile *m* (*Fig.* 1, *Pl.* I), afin qu'elle les rencontre dans leur situation verticale. On peut obtenir sans peine que le premier *Pendule micromètre* pende alors librement; mais cela est très-difficile pour le second, & j'ai été obligé de lui laisser un peu de tendance à se porter contre la Balle *m*. Ce dernier *Pendule* doit être ajusté par son *Contre-poids*, de manière qu'étant *électrisé* conjointement avec le premier *Micromètre*, il indique 40° tandis que l'autre n'indique que 4°. Ainsi ses *degrés*, indiqués toujours sur la même *Echelle*, deviennent des 100[mes] de ceux de l'*Electromètre fondamental.*

Les

Les mêmes Montures fervent à tous ces *Pendules*, & on les fubftitue les uns aux autres fuivant le befoin.

426. Ce dernier *Micromètre*, lorfqu'il eft bien fait, eft auffi fenfible que l'Electrofcope de M. CAVALLO. Je fupplée, en *touchant* l'*Echelle*, au petit défaut que je fuis fouvent obligé de laiffer au mien, pour éviter le défaut contraire; c'eft-à-dire, à la petite pente de la Balle mobile à fe jetter contre la groffe Balle. L'Echelle *touchée*, produit le même effet que les petites lames de feuille d'étain appliquées aux côtés de la Bouteille de l'*Electrofcope* de M. CAVALLO; & il fuffit d'éprouver, lorfque la Balle a déjà un peu de divergence, quelle augmentation y produit l'attouchement de l'Echelle, pour en conclure quel eft le degré d'*Electrifation*, lorfqu'il faut toucher l'*Echelle* pour produire du Mouvement dans la Balle. Si l'on réuffiffoit à la faire pendre librement, elle fe mouvroit, fans cette aide, par d'auffi petits degrés d'Electrifation que l'*Electrofcope* de M. CAVALLO. J'y ai réuffi quelquefois, & j'efpère que des ouvriers plus habiles y réuffiront aifément.

427. Voilà ce que j'avois de plus effentiel à dire fur les Principes & la Conftruction de

mon *Électromètre*. Il est *comparable*, puisque tout y dépend de *Poids* & de *Mesure*; & il est applicable à tout degré d'*Electrisation*, par son *Mégamètre* & ses *Micromètres*. Mais sa *Marche* est encore un *Mystère*, qui tient aux *Loix* du *Fluide électrique*; & je crois qu'il sera aussi utile par lui-même à la découverte de ces *Loix*, qu'aucun des autres Appareils auxquels j'ai commencé à l'employer pour cette découverte. C'est ce que je montrerai après avoir décrit ces Appareils.

SECTION X.

De quelques Appareils électriques.

428. JE dois à M. VOLTA l'idée générale de faire les Expériences électriques sur des *Disques*. Il employa un *Disque*, pour le Corps conducteur qui devoit être posé sur son *Electrophore*. Quelques Electriciens y ont substitué une Armure bombée, dans le dessein d'augmenter l'effet *électrophorique* par une plus grande Surface; mais c'étoit ne pas connoître le Principe de l'Instrument: car toute la modification s'opérant au contact; la calotte qu'on avoit ajoutée au Disque, ne faisoit que répandre cette modification sur une plus grande Surface, &

n'ajoutoit rien à l'effet. Un gros rebord suffit pour empêcher des *Aigrettes* à la séparation du Disque, quand l'*Electrophore* est à son plus haut degré d'effet. M. VOLTA a aussi employé un simple Disque pour son *Condensateur*; car c'est encore au contact seulement que tout l'effet s'opère. Enfin, c'étoit avec deux *Disques* de bois, couverts de feuille d'étain & soutenus en forme d'Ecrans par des Pieds de verre, qu'il donnoit la démonstration de son Systême sur les *Influences électriques*, en appliquant à ces *Disques* l'*Electroscope* ordinaire *à cadran.* Il eut la bonté, étant à *Londres*, de faire exécuter pour moi tous ces Appareils, & ce fut ainsi que je commençai mes Expériences.

429. Etant arrivé par degré à des Idées de *Mesure* dans les rapports des Causes aux Effets, tant sur les *Influences électriques* entre des Corps distans, qu'à l'égard de celles qu'exercent l'une sur l'autre les Surfaces des Lames *non-conductrices & lentement-conductrices*, je vis qu'une Paire de *Disques* accompagnés d'*Electromètres*, étoit le premier des Appareils que je devois chercher à perfectionner. Ces *Disques* & leurs *Electromètres* ont bien souvent changé de forme dans le cours de mes Expériences, & les détails des motifs de ces changemens ne seroient pas

ſans utilité ; mais je me contenterai de décrire ceux auxquels je ſuis enfin arrivé au travers de beaucoup de tentatives.

430. La *Fig.* 1, *Pl.* II, repréſente la Section d'un de ces *Diſques*, ſur ſon Pied, & accompagné de ſon *Electromètre*, le tout réduit à la moitié de l'original. La coupe du Diſque lui-même, par ſon diamètre vertical, ſe voit en *a*, *b*, *b*, *a*: il eſt de léton, fondu d'une ſeule pièce, tourné bien plat par devant, & rendu auſſi mince que peut le permettre la conſervation de ſa forme. La Douille *b b* reçoit à frottement dur, un bras de verre coudé *c d*. Cette branche de verre eſt ſolide & verniſſée, & elle eſt cimentée par le bas, dans une virolle de léton ſoudée à la plaque circulaire *e e*. La hauteur de *ce Pied* doit être telle, que le Bouton conducteur des *Electromètres*, *Fig.* 1, *Pl.* I, correſponde au Centre du *Diſque*. La Baſe *f f* eſt de bois dur, doublée d'une lame épaiſſe de plomb, & celle-ci d'une pièce de Drap ; parce qu'il faut qu'elle puiſſe gliſſer aiſément ſur une Table unie. Une telle Table, bien droite, horizontale, ſolide & aſſez grande, eſt un Meuble indiſpenſable pour ces Expériences ; car il faut que les *Diſques* puiſſent y changer de place, ſans que les Balles de leurs *Electromètres* éprouvent des changemens

de position, ni des secousses. Pour suppléer ce qu'il est presque impossible de courber la tige de verre parfaitement à angle droit, il y a un *Ajustement* à son Pied, consistant dans les deux Plaques circulaires *e e* & *g g*, dont la dernière est fixée à la Base. Ces Plaques, liées ensemble par les Vis *h h*, sont tenues écartées l'une de l'autre par deux pointes placées aux extrémités du Diamètre *i* de la Plaque *e e*. De sorte qu'en desserrant une des vis & serrant l'autre, on peut amener le plan du Disque dans une situation verticale, quoique la Tige de verre ne soit pas courbée à angle droit.

431. L'*Electromètre* appliqué à ce *Disque*, est le même que celui que j'ai décrit ci-devant (*Fig.* 1, *Pl.* I.), à l'exception de son *Pied* & de son *Conducteur*. Le Tube de verre *m* qui lui sert de *Pied*, entre dans une pièce de bois *k k*, qui est retenue par une Vis *l* au Bras *c*. Quant à son *Conducteur*, au lieu d'être droit comme celui des autres *Electromètres*, il se courbe en *o o* pour venir s'appuyer derrière le *Disque*.

432. Dans les Expériences que j'indiquerai, il faut avoir deux Instrumens semblables, avec cette seule différence, que pour la commodité de l'observation lorsqu'ils sont en face l'un

de l'autre, il faut que l'*Echelle* de ce second Disque soit située, comme elle le seroit dans la *Figure* vue au Miroir. Car quoique les *Echelles* doivent être tracées des deux côtés, j'ai trouvé qu'on observoit plus aisément, quand les *Balles* étoient devant l'*Echelle*, que lorsqu'elles se trouvoient derrière. Les deux *Disques*, étant rendus bien verticaux, doivent être en même-tems de même hauteur: s'il s'y trouvoit quelque différence quand la Branche de Verre est cimentée dans la Virolle d'en bas, il faut y suppléer par l'épaisseur de la Base. Cette Paire de *Disques* devant particulièrement servir d'*Armures*, au Tableau magique, à l'Electrophore, au Condensateur; il faut que les deux Faces des *Disques* puissent s'appliquer exactement l'une à l'autre, pour que chacune s'applique ainsi aux Lames *non-conductrices* ou *lentement-conductrices* sur lesquelles elles doivent agir.

433. Le Cadre qui porte ces différentes *Lames*, est représenté par la *Fig.* 10, *Pl.* I, au *quart* des dimensions de l'original. Une planche *a a*, qui lui sert de Base, reçoit deux Piliers de verre vernissé *b c* & *b c*, par des pièces de bois dans lesquelles ils sont fixés & qui entrent à vis dans la Planche. Une Baguette de verre *d d*, réunie aux Piliers dans le

haut, par des pièces de bois dont on voit la coupe en *e e*, complète le Cadre. Les *Lames* diverſes, comme *f f f f*, ſont ſuſpendues dans ce Cadre par des Cordons de Soie. Celle que la *Figure* repréſente, eſt un *Tableau magique* ſimple, fait d'une lame quarrée de verre, verniſſée des deux côtés, excepté dans la partie déſignée par le cercle ponctué, contre laquelle les *Diſques* s'appliquent de part & d'autre : & comme ceux ci doivent reſter indépendans du Cadre, la planche qui lui ſert de Baſe eſt échancrée des deux côtés en portion de cercle, entre les points *a a*, pour donner place aux Pieds de ces Diſques, & leur permettre ainſi de venir s'appuyer contre le *Tableau*. Les Triangles ponctuées *f f f f* ſont des eſpèces de Capuchons d'étoffe de ſoie, dans leſquels entrent les quatre angles de la Lame de verre, & qui ſervent à retenir un Cordon de Soie, déſigné par la ligne ponctuée qui fait le tour de la Lame. Ce Cordon eſt couſu ſur les Triangles, qui, ſe trouvant ſolidement fixés par ce moyen, portent d'autres Cordons par leſquels la Lame eſt retenue dans la poſition néceſſaire. Elle eſt d'abord ſuſpendue à des Crochets *i i*, par un Cordon couſu aux deux Triangles ſupérieurs ; & comme ces Crochets peuvent ſe mouvoir le long de la Baguette *d d*,

en les rapprochant ou en les écartant on peut fixer exactement la hauteur du *Tableau*. Enfin, quatre autres Cordons *g g g g*, cousus aux quatre *Triangles* & attachés aux Piliers, rendent le *Tableau* solide.

434. Les autres parties de cette même *Figure* que je dois expliquer, répondent au but de décharger le *Tableau* par lui-même ; ce dont je dirai les motifs dans la suite. Pour cette opération, j'ai des Balles mobiles qui s'appliquent aux *Disques*, de manière qu'en les rapprochant par des Cordons de Soie, je mets les deux *Disques* en communication immédiate l'un avec l'autre. Une de ces Balles, avec sa Monture mise à sa place sur le *Disque*, est représentée dans la *Fig.* 6, *Pl.* II. On y voit en *a a*, la Coupe d'une moitié du *Disque*, & celle d'une pièce de léton *c c*, d'environ $\frac{1}{3}$ de pouce de largeur, retenue par un de ses bouts, qui est en biseau, sous le rebord du Disque, & par le frottement de son autre bout contre la Douille *b*. Au point *d* de cette plaque, entre la baguette courbe d'une Balle de léton *e*, & elle y est retenue par une Goupille sur laquelle elle peut se mouvoir. Un Ressort *f g*, portant à l'extrémité *g* une petite virolle qui embrasse la baguette de la Balle, tient celle-ci écartée; & au moyen d'un

Cordon de Soie *h*, on peut l'amener dans la situation représentée par les lignes ponctuées.

435. Je reviens à la *Fig.* 10, *Pl.* I, où la place de ces Balles mobiles appliquées aux *Disques*, est indiquée par les lignes ponctuées *l*, *k*. Le Pilier voisin des Balles *k*, porte à chacun de ses côtés un petit anneau de léton *m*, lié par un Cordon de Soie. Les Cordons qui partent des Balles, passent dans ces anneaux, & descendent le long du Pilier, en *h*, pour venir passer dans deux Poulies situées de part & d'autre du Pilier, comme en *n*, & se réunir au-delà de ces Poulies. Tandis qu'on *charge* le *Tableau*, les Balles étant libres, sont tenues écartées par leurs Ressorts : & quand on veut le *décharger*, il suffit de tirer les Cordons réunis ; ce qui fait rencontrer les deux Balles, en *k* entre le *Tableau* & le Pilier.

436. Les Opérations relatives au *Tableau*, peuvent se faire sur la Table même de la Machine électrique. Dans la *Charge* ordinaire, j'établis des *Communications* mobiles, entre un des *Disques* & le *premier Conducteur*, & de l'autre *Disque* au Sol. La première de ces *Communications* doit être fort longue, afin de tirer l'Appareil, le plus qu'il est possible, hors

de l'Influence du *premier Conducteur* : quand la *Charge* eſt finie, il faut décharger celui-ci, afin de faire ceſſer toute ſon Influence dans les obſervations ſuivantes : & pour en diminuer d'autant plus l'effet, il faut que le plan du *Tableau* ſoit dans la direction du *premier Conducteur*, afin que les *Balles* des *Électromètres* ſe meuvent latéralement dans un plan qui coupe cette direction à angle droit. Quand je charge le *Tableau* par lui-même , j'ôte le *premier Conducteur* de la Machine, & je lui ſubſtitue une ſimple Boule iſolée, portant le Rateau. Un gros Fil de léton, partant du Frottoir, paſſe en cercle au-deſſus du Cylindre de la Machine, à 7 ou 8 pouces de diſtance, & vient apporter une autre Boule devant la Machine, après avoir paſſé au Sommet d'un Pied iſolant qui le rend ferme. Enfin, des *Communications* mobiles s'appliquent à ces Boules & aux *Diſques*, pour la *Charge*, & elles peuvent être enlevées en un inſtant. Le Cylindre de ma Machine a 9 pouces de diamètre, & ſes baſes de même qu'une partie du Cylindre, ſont verniſſées en dedans & en dehors ; de ſorte que la partie frottée a un iſolement de 5 pouces. Toute la *Charge* ſe fait donc par l'appareil même, ſans l'aide du *Sol* ni de l'*Air* ; car tout eſt iſolé & *arrondi* dans l'Appareil : & l'on peut arrêter la *Charge* dans tous ſes degrés, pour

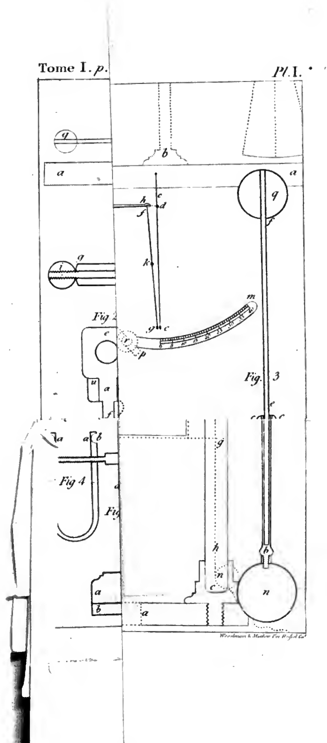
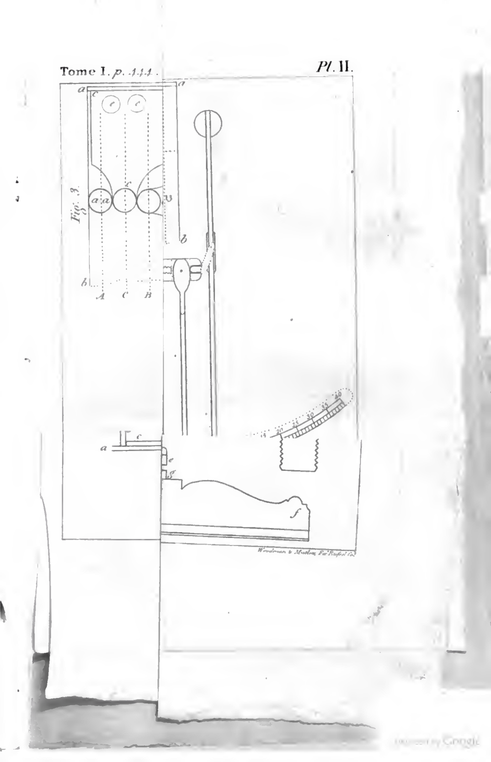
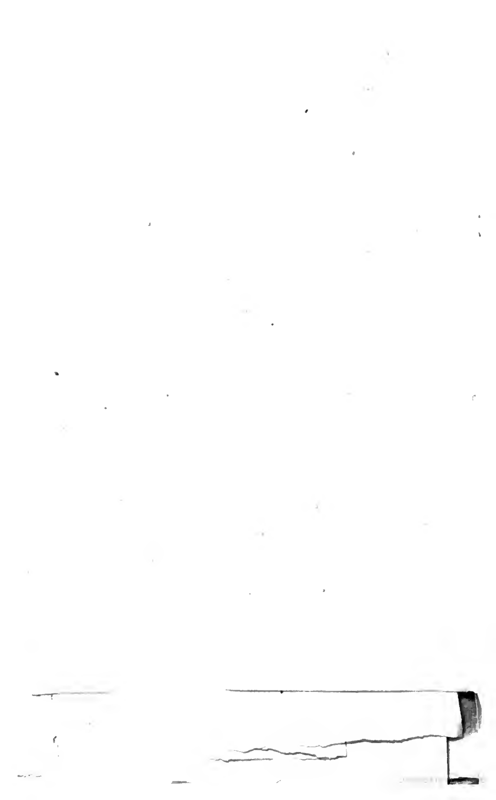


Fig. 2
Fig. 3
Fig 4
Woodman & Mutlow fec Russel Co.


Fig. 3.
a
c
e
e
c
a a
B
b
b
A
C
B
a
c
e
g
f
Woodman & Mutlow Fec Russel Co.



examiner ſes effets dans les *Armures* & ſur la *Lame*.

437. Je vais décrire maintenant d'autres *Diſques*, que j'ai employés à nombre d'Expériences, & en particulier à celles qui regardent les *Influences électriques*, rapportées dans la Section V de ce Chapitre. La plupart de ces *Diſques* ſont du même diamètre que ceux dont je viens de parler; parce qu'ils ſervent ſouvent enſemble : ils ſont d'un Fer-blanc fort & bien plat, & ont un rebord très-uni, formé ſur un gros fil de fer. La manière dont ils ſont portés ſur leurs *Pieds*, eſt indiquée par la *Fig.* 2, *Pl*, II. Un Tourillon de léton *a a*, entre à vis dans une pièce ſoudée ſur le bord du Diſque; par où je puis l'ôter dans les Expériences que je fais ſur des Diſques ſuſpendus, dont j'ai parlé ci-devant (§ 381). Ce Tourillon entre dans une pièce de bois *b b*, qui elle-même entre dans un Tube de verre verniſſé *c c* : ce Tube eſt de telle longueur, qu'avec la pièce de bois *e*, à laquelle il eſt joint par le bas, & une Baſe où cette pièce entre à vis, les *Diſques* de cette eſpèce ſont à la même hauteur que ceux que j'ai décrits ci-devant.

438. Les *Baſes* des ſupports de ces Diſques varient ſuivant les cas; mais je dois décrire

particulièrement celles que je leur applique dans les Expériences des Grouppes de trois *Disques* dont j'ai parlé dans la Section V. La *Fig.* 3, *Pl.* II, est le Plan d'un de ces Grouppes, au *quart* de toutes ses dimensions. La Planche qui porte les *Disques* avec leurs *Electromètres*, & sur laquelle deux d'entr'eux se meuvent, est représentée par *a a b b*: son étendue du côté *b b* doit être assez grande pour porter les *Electromètres*; à moins qu'on ne préfere d'avoir une planche séparée de même épaisseur, mise à côté de celle-là; ce qui revient au même. Les plans des trois *Disques* sont représentés par les lignes ponctuées A, C, B, à un pouce de distance les uns des autres: c'est la plus grande proximité que leurs Bases puissent permettre. Les Tiges de Verre qui portent ces *Disques*, sont inégales, celle du *Disque* A étant plus longue que les deux autres de toute l'épaisseur de la *Base* de ceux-ci, parce qu'elle est fixée immédiatement sur la Planche en *a a*. Ces trois *Disques* étant ainsi à même hauteur, doivent avoir celle des Disques *Fig.* 1 de la même Planche. Les *Bases* mobiles des Disques C & B, savoir *c c c* & *b b b*, permettent aux Disques, par leur forme, de se rapprocher comme on le voit dans la *Figure*; elles doivent être doublées de plomb pour leur donner de la solidité. Deux petites

tringles *a a* & *d d*, servent à faire glisser aisément sur une même ligne ces Disques C & D, quand on veut les écarter l'un de l'autre & du Disque A; & des lignes parallèles, tracées sur la planche qui les porte, à un pouce de distance les unes des autres, indiquent immédiatement les distances entre les Disques. Enfin les *Communications*, qui doivent être établies en quelques parties des Expériences & enlevées en d'autres, sont portées par des Pieds isolans, fixés en *e e* sur la Base du Disque C.

439. En détaillant les Expériences sur ces *Grouppes*, j'en ai supposé deux; l'un B, C, A, que j'*électrisois*, l'autre *a*, *c*, *b* sur lequel s'exerçoit l'*Influence* de ce premier. Mais il n'est pas nécessaire d'avoir réellement deux Grouppes; car il seroit trop difficile de les observer à la fois. J'emploie donc le même Grouppe aux deux classes d'Expériences; & l'un des Disques, *Fig.* 1, tient lieu tour-à-tour de l'autre Grouppe. Ainsi, quand je veux observer les Effets de l'*Influence* d'un Corps électrisé sur un pareil Grouppe; au lieu du Grouppe B, C, A, pour exercer cette *Influence*, j'emploie le Disque *Fig.* 1; & alors ceux que je viens de décrire, deviennent le Grouppe *a*, *c*, *b*. Puis quand je veux observer ce qui arrive au Grouppe *élec-*

trisé lui-même, par l'*Influence* qu'il exerce sur d'autres Corps, j'*électrise* ce Grouppe *Fig.* 3, qui devient alors le Grouppe B, C, A, & je lui fais exercer son *Influence* sur le Disque *Fig.* 1.

440. Les *Communications*, dont j'ai fait mention tant dans cette Expérience que dans plusieurs autres, sont de simples Fils de léton, tournés en Anneaux à leurs extrémités, tels que celui dont on voit une partie en *a a*, *Fig.* 4. Ces Fils sont tenus fixés au bout de Baguettes de Verre vernissé, par un petit ruban lié sur la Baguette. On voit la forme de ce lien dans la *Fig.* 5, où le petit cercle *a* représente la coupe du Fil de léton, pressé par le Ruban *c c*, lequel est fortement lié en *b*. La longueur de ce Fil de léton devant varier suivant la distance des Corps, on peut le charger, en faisant passer son anneau sous le Ruban, par le côté; & si le Ruban se relâche & ne tient pas le *Fil* assez ferme, on peut le fixer avec de la Cire molle. Dans les Expériences passagères, il suffit que ce *Fil* soit au bout d'une Baguette qu'on tienne à la main; mais dans celles qui exigent d'être répétées, où il faut alternativement mettre & ôter les *Communications*, & dont on peut préparer les Appareils à l'avance, il

faut qu'elles se meuvent à charnière sur un pied isolant; comme on le voit dans la *Figure* 4. La Baguette *b* est alors fixée à une pièce de bois *c c*, qui s'ajuste à charnière avec une autre pièce de bois *d d*, portée par la Tige de verre *e*. La Baguette *b* pouvant tourner dans la pièce de bois *c c*, on peut donner au Fil conducteur l'inclinaison nécessaire, pour qu'il s'applique en même tems à deux Corps dans quelque position qu'ils soient; sur lesquels alors il devra reposer par son propre poids; & par un cordon de soie attaché à sa Baguette, on l'enlevera quand il sera besoin.

441. Une autre Baguette de Verre vernissé, semblable à celle de la *Figure* 5, tient, de la même manière, un Fil de léton pointu à ses deux extrémités, dont l'usage est très-important dans toutes ces Expériences. Les *Electromètres* ne sont presque d'aucun usage, quand on électrise les Corps par des *Etincelles*; car elles font osciller les *Balles*, comme des Pendules qui ont reçu une secousse; & avant qu'elles se fixent, l'*Electrisation* est déjà en plus grande partie dissipée. J'emploie donc ce Fil de léton pointu des deux côtés, pour faire passer le *Fluide électrique* dans les Corps, en leur présentant une de ses pointes, & approchant de

l'autre le Bouton de la *Bouteille*. La *Balle* s'élève alors graduellement ; & quand elle est arrivée au point que l'on souhaite, on retire le *Fil* contre le Bouton de la *Bouteille*, qu'on éloigne en même tems. Ce même *Fil* est nécessaire pour les Décharges mesurées. Lorsqu'on fait des Expériences sur les Marches correspondantes des *degrés d'Électrisation* & de leurs *Influences*, on peut les suivre durant quelque tems par la simple décharge spontanée du Corps électrisé. Mais quand l'Electrisation est réduite au-dessous de 10°, si le tems est favorable (& l'on ne peut jamais opérer sans cela) la décharge spontanée devient extrêmement lente. Il faut alors l'accélérer, en approchant du Corps une des pointes du *Fil*, & même enfin en approchant le doigt de l'autre pointe. Dans les Expériences par lesquelles M. Volta a démontré, que le Corps *électrisé*, en *influant* sur un autre Corps, éprouve lui-même son influence (Expériences qui consistent à électriser successivement un Disque, à mesure qu'on électrise l'autre en sens contraire en le *touchant*); pour éviter les oscillations des *Balles*, qui empêchent d'observer avec la moindre exactitude, ayant la *Bouteille* à la main droite, je tiens à la main gauche la Baguette de verre portant le *Fil* à deux pointes, & un autre Fil conducteur qui se termine

mine en crochet pointu : le premier sert à charger l'un des Disques, & le dernier à toucher l'autre Disque : par où je fais ces opérations alternatives presqu'aussi promptement, que la personne à qui j'en dicte les résultats peut les écrire ; parce qu'il n'y a point de balancement sensible dans les Balles.

442. Je terminerai la Description de mes principaux Appareils électriques, par celle des différentes Lames *non-conductrices* que j'ai employées comme *Tableaux magiques* & *Electrophores*. Dès que j'eus entrepris l'analyse des Phénomènes de la *Bouteille de Leyde* par le *Tableau magique*, mes anciennes idées sur la substitution d'autres Lames *non-conductrices* au *Verre*, me revinrent à l'esprit. Je ne songeai pas d'abord à une Lame isolée; je suivis ma première méthode, qui consistoit à couvrir de Substance *non-conductrice*, une Lame métallique. Pour cet effet je fis faire un Disque de Fer-blanc d'un pied de diamètre, bien plat, & à gros rebord bien uni ; & pilant de la meilleure *Cire d'Espagne*, j'en tamisai à sa surface du côté du rebord, de manière à l'en couvrir légèrement, & je fis fondre cette Cire, qui produisit un simple vernis. Je ne parlerai pas ici de quelques inconvéniens que je trouvai dans

la Cire *rouge*, ni du moyen par lequel j'y remédiai ; il suffit de dire, qu'une telle Lame de *Cire*, aussi mince qu'une carte à jouer, se *charge* & *décharge* comme une Lame de *Verre*.

443. En suivant mes Expériences sur cette première Lame de *Cire d'Espagne*, j'y trouvai de l'obscurité, à cause de l'*Armure* qui en étoit inséparable, comme dans les *Electrophores* communs : ses Phénomènes étoient sensiblement différens de ceux du *Tableau* de *Verre* ; & quoique je crusse en appercevoir la Cause, je regrettois de ne pouvoir m'en assurer immédiatement, par une Lame de *Cire d'Espagne* isolée : voici comment enfin j'en obtins une, aussi grande & aussi mince que la première. Je pris un Cerceau de gros Fil de léton, & j'y cousis une Gaze épaisse, tendue en forme de Tambour. Je tamisai ensuite de la *Cire d'Espagne* sur cette Gaze, avec un Tamis un peu plus grossier que celui que j'avois employé pour le Fer-blanc, & je la fis fondre. Cette opération fut difficile, mais avec de la patience, donnant diverses positions à la Gaze devant le Feu ou sur le Feu, tournant fréquemment, remettant de la Cire où il en manquoit, & en ôtant où il s'en accumuloit, je parvins à faire une lame de *Cire d'Espagne*, de l'épaisseur ordinaire du Fer-

blanc, dans laquelle la Gaze a totalement disparu, qui a subi un grand nombre d'Expériences, & qui forme encore le meilleur de mes *Tableaux magiques*.

444. Ces deux sortes de *Tableaux* faits de *Cire d'Espagne*, ainsi que les Lames de *Verre* simples que j'employai d'abord, sont de vrais *Electrophores* après la *Charge* & la *Décharge* ordinaire. Je n'ai jamais pu leur faire produire par le simple *frottement*, d'aussi grands Effets *électrophoriques* que ceux qui résultent de cette première méthode. Cette Faculté se conserve long-tems sur la Cire; mais quant au *Verre* simple, quoiqu'il produise d'abord de grands effets, ils sont bientôt dissipés. Lorsque j'eus apperçu cette différence, je voulus savoir si elle provenoit de quelque perméabilité lente du *Verre* au *Fluide électrique*, ou de ce que l'*Air* lui en élevoit & lui en rendoit plus aisément qu'à la *Cire*, ou enfin de ce qu'il s'y propageoit plus aisément de proche en proche. Pour cet effet, ayant couvert le milieu d'une Lame de verre, d'un cercle de papier de la grandeur de mes Disques, collé par son bord, je couvris de Cire d'Espagne le reste de la Lame; & ayant chargé & déchargé ce nouveau *Tableau*, je l'observai comme *Electrophore*.

Alors il s'en fallut fort peu, qu'il ne conservât la Faculté *électrophorique* aussi long-tems que les Lames de *Cire d'Espagne*. Il paroit donc, que le peu de durée de cette Faculté avant que j'eusse comme bloqué le *Fluide électrique* par de la *Cire d'Espagne*, venoit de ce qu'il se glissoit sur le *Verre* de proche en proche. Quant à la petite différence qui reste encore entre cet *Electrophore* & ceux de *Cire*, elle vient sans doute de ce que l'*Air* y a plus de prise. J'ai produit ensuite le même effet avec de simple *vernis résineux*; & je ne doute point, qu'un nombre suffisant de couches de ce *Vernis* sur une Lame de Fer-blanc, n'en fît un *Tableau magique* & un *Electrophore*.

445. Ces différens *Tableaux*, suspendus dans le *Cadre*, *Fig.* 109, *Pl.* I, ont pour *Armures* deux *Disques*, tels que celui qui est représenté dans la *Fig.* 1, *Pl.* II; & c'est sous cette même forme que j'ai fait mes Expériences sur le *Condensateur*. L'espèce de Lame *lentement-conductrice* qui m'a paru la plus constamment propre à cet usage, est le *Tafetas ciré*, employé en deux ou trois doubles suivant sa nature, & bien tendu, sur un Cerceau de gros fil de léton, d'un pied de diamètre; ce qui fournit un isolement suffisant entre mes deux *Disques*.

J'ai eu quelquefois de plus grands effets avec un plateau de *Marbre blanc* ; mais ce n'a été qu'après l'avoir tenu long-tems auprès du Feu pour le fécher; & il perdoit bientôt ce grand pouvoir. Mais il eft utile d'en analyfer les effets en divers tems, & en employant des Plateaux de diverfes épaiffeurs; parce qu'on découvre, par les changemens de Modifications des deux *Armures*, les caufes de la variété des Phénomènes de ces Plateaux.

446. Tels font les principaux Appareils électriques auxquels j'ai été conduit dans mes recherches, & que je crois arrivés au point de fournir des réfultats intéreffans. Mais je dois ajouter ici, d'après mon expérience; qu'on ne peut fuivre ces recherches avec fruit, fans multiplier & varier fans ceffe les Appareils. A mefure qu'on avance dans l'Analyfe de ces Phénomènes, on y apperçoit de nouvelles circonftances, par lefquelles on fe trouveroit arrêté, fi l'on n'en découvroit pas les caufes. Alors donc il faut varier les Expériences; d'où réfultent de nouvelles idées; & bientôt de nouvelles lumières, fi l'on a autour de foi tout ce qu'il eft néceffaire pour vérifier fes conjectures. Mais il faut pouvoir changer les Appareils, ou en faire de nouveaux, au moment même où l'on foupçonne

quelque cause de Modification ; c'est-à-dire, avant que l'ardeur s'éteigne, ou que le tems favorable cesse & que les Idées s'effacent : & si ces premiers Appareils grossiers font naître l'espérance du succès, ils impriment les Idées dans l'esprit, & on les suit alors à loisir & plus régulièrement. Je conseillerois donc à ceux qui se voueront à ces Expériences, d'avoir toujours provision des différentes choses qui peuvent y être employées, & dont voici les principales. Il faut d'abord pouvoir former des *Supports isolans* au moment où l'on en a besoin, & sous toute sorte de forme : à quoi serviront des Pièces de bois, telles que *e*, *Fig.* 2, *Pl.* II, de différentes grosseurs, avec des *Bases* propres à les recevoir. On a bientôt ajusté alors une Tige de verre dans ces Pièces, à laquelle ensuite on fait porter ce dont on a besoin. De gros Tubes de verre sont très-propres à ces *Supports*, par la facilité qu'on a d'y ajuster des Pièces de bois à Tourillon, auxquelles ensuite on peut fixer tout ce qu'on veut. Il faut aussi provision de Baguettes de verre solide, depuis la grosseur d'une épingle, jusqu'à celle d'une plume à écrire; pour faire de petits *Supports* ou des *Bras isolans :* du *Vernis résineux*, pour passer sur toutes ces Pièces de verre: de la *Soie* de divers degrés de finesse, & des *Cordons*

de Soie : des *Roseaux*, des *Pailles*, des *Brins de foin* ; qui forment les Baguettes conductrices les plus inflexibles en proportion de leur Poids : des *Balles métalliques* légères de diverses grosseurs, ayant de petites douilles propres à recevoir des Baguettes ; ou tout au moins des *Balles de liège* dorées, pour suppléer à celles-là : des *Balles de moëlle* ; de très-bonne *Cire d'Espagne* ; de la *Cire molle*. Le tout, outre les Provisions ordinaires d'outils & de matériaux, indispensablement nécessaires à la Physique expérimentale, quand on ne veut pas se contenter de suivre le chemin battu.

447. Ces derniers détails auront fait pressentir à mon Lecteur, que je médite ma retraite, & j'avoue qu'ils m'ont été dictés par ce motif. Les Appareils que je viens de décrire, sont destinés à reprendre les Expériences qui m'y ont conduit par degré ; mais en repassant dans mon esprit tous mes Plans, à mesure que je décrivois les moyens que j'ai imaginés pour leur exécution, ils m'ont fait réfléchir par leur ensemble, à l'affoiblissement de mes Facultés. Il n'est aucune des suites d'Expériences auxquelles j'ai destiné ces Appareils ; qui n'exigent, une très-bonne Vue, un pouvoir soutenu d'application, & une faculté de Travail toujours prête à suivre la

volonté & le besoin. Or quand on a 60 ans & des Devoirs à remplir, si l'on se trouve encore à la suite de Recherches intéressantes qui exigent ces Facultés, il est tems d'en remettre le Fil à d'autres. Cette réflexion, qui s'est fortifiée à mesure que je rappellois dans mon esprit ma Carrière passée & mes Vues pour la suivre, a beaucoup augmenté l'étendue de cet Ouvrage; parce qu'elle m'a conduit par degré à entrer dans de plus grands détails. S'il y a quelque utilité à remplir ces Vues, je ne dois plus compter sur mes propres forces.

448. Les Recherches à faire sur les *Loix* du *Fluide électrique*, sont celles dont l'ensemble s'est le plus appésanti sur moi; mais dès que j'en ai été frappé, j'ai tourné aussi les regards sur l'*Hygrométrie*, & j'y ai vu un Champ tout aussi vaste. Je ne pouvois plus étendre la Partie de mon Ouvrage qui traite de ce dernier objet, parce qu'elle se trouvoit déjà imprimée; mais j'y ai suppléé, en me déterminant à faire passer mon *Hygromètre* entre les mains des Artistes (*); afin que par eux-mêmes, &

(*) MM. NAIRNE & BLUNT ont entrepris de l'exécuter, & par ce que j'en ai déjà vu, je n'ai pas de doute de leur succès. M. HURTER (connu par l'excellente *Pompe pneumatique* décrite par M. CAVALLO dans les

par les Amateurs à qui ils pourront en fournir, il puiſſe être examiné & perfectionné s'il le mérite. Je deſire auſſi que ſa Marche ſoit comparée avec celle de l'Hygromètre de M. DE SAUSSURE, plus ſûrement que je n'ai pu le faire par un ſeul Individu de chaque ſorte; & que ces Marches elles-mêmes puiſſent être étudiées, comparativement à l'*Humidité*. Je crois cette dernière entrepriſe très-difficile; mais l'*Hygromètre* eſt ſi néceſſaire à la *Chymie* & à la *Météorologie*, que les difficultés mêmes doivent être un aiguillon dans cette recherche.

449. Malgré ce que je viens de dire du peu de rapport de mes Facultés actuelles avec mes Plans, je n'entends point de prendre congé de la Phyſique expérimentale; je la ſuivrai par penchant autant que je le pourrai: mais je le ferai avec plus de liberté d'eſprit, lorſque j'aurai lieu d'eſpérer que s'il y a quelque choſe à découvrir dans les Routes que j'ai ſi long-tems ſuivies, d'autres y marcheront plus rapidement que moi. Je vais donc indiquer dans la Section

---

Tr. phil. de l'année 1783, & qui ſe charge des Commiſſions de l'Etranger, tant pour ſes propres Inſtrumens que pour les autres qui ſe fabriquent dans ce Pays-ci) ſe propoſe auſſi d'entreprendre l'exécution de cet *Hygromètre*.

ſuivante, les Expériences que je me propoſois de faire pour déterminer les *Loix* du *Fluide électrique*; & je raſſemblerai dans la dernière Partie de cet Ouvrage, les Remarques générales que j'ai faites ſur la Météorologie, d'après l'enſemble des Phénomènes que j'ai obſervés.

SECTION XI.

Expériences électriques projettées.

450. MON principal motif, lorſque je me livrai de nouveau aux expériences électriques, fut de vérifier des conjectures que la Théorie de M. VOLTA m'avoit fait naître, ſur la nature du *Fluide expanſible* auquel ſont dus les Phénomènes de cette Claſſe. Les Recherches que j'ai faites juſqu'ici, me paroiſſent avoir déterminé ſes principaux Caractères; mais je crois qu'il faut aller plus loin; parce qu'une étude approfondie de ce *Fluide*, déjà très-*ſubtil*, mais qui heureuſement ſe trouve *coërcible*, peut nous conduire à concevoir d'autres *Fluides*, autant & plus *ſubtils* encore, imperceptibles par eux-mêmes, mais dont le beſoin ſe fait appercevoir par les Phénomènes. C'eſt dans ce but que j'ai préparé tous les Appareils que je viens de

décrire, & je vais maintenant expliquer les Expériences principales auxquels je les ai destinés. Il est peu d'Objet qui offre des Recherches *physico-mathématiques* plus intéressantes & plus sûres; ainsi j'espère qu'il intéressera plus d'une classe d'Hommes ingénieux.

Première Classe d'Expériences.

451. Les Recherches que je propose, regardent principalement les *Influences électriques* : par où j'entends toujours; les Effets d'un *Fluide particulier*, qui traverse tous les Corps, qui exerce des *Affinités chymiques*, & qui, uni à une certaine Substance, qui elle-même suit certaines *Loix*, forme le *Fluide électrique* & produit la plupart de ses Modifications. Ces Recherches, dans toutes leurs Branches, exigent donc fondamentalement, la connoissance du Langage de l'*Electromètre*. Il ne suffit pas que cet Instrument soit comparable; il faut connoître le rapport de ses *Degrés*, avec l'intensité de l'*Électrisation* des Corps. Sans ce nouveau Pas, il est impossible d'aller plus avant dans la connoissance des Modifications du *Fluide électrique*. J'ai imaginé deux routes principales pour arriver à cette découverte; dont je vais d'abord indiquer la moins directe, parce qu'elle four-

nira déjà une idée du genre d'Expériences que je me ſuis propoſé, en même tems qu'elle renfermera des circonſtances applicables à la route plus directe.

452. Le Principe *méchanique* de l'*Electromètre* que j'ai décrit, eſt très-ſimple. Une certaine *Force* tire ſon *Pendule* de l'état de repos, & l'élève d'une certaine quantité. Si donc aucune Cauſe *phyſique* n'agiſſoit ſur ce *Pendule*; s'il n'obéiſſoit qu'aux *Loix* de la *Mechanique*; l'*Électriſation* des Corps, qui ici eſt la *Force motrice*, ſeroit proportionnelle aux *Sinus verſes* des *Angles* parcourus par le *Pendule*. Mais une première Expérience m'a appris, que la Marche de l'*Electromètre* étoit affectée par d'autres Cauſes. Lorſque j'eus fait mon premier *Pendule micromètre*, dont le *Contrepoids* eſt ajuſté de manière, qu'étant *électriſé* conjointement avec l'*Electromètre fondamental*, il indique 40 ſur ſon Echelle, tandis que celui-ci n'indique que 4; j'attendois, qu'en partant de ces points correſpondans, 40 & 4, & rétrogradant par la diſſipation ſpontanée de l'*Electriſation*, la Marche du premier *Pendule*, d'abord lente, s'accéléreroit comparativement à celle de l'autre; & qu'en général il faudroit former des Tables, ou trouver des Formules, pour réduire les obſervations immédiates

ſur tous ces *Electromètres*, en vrais *Dégrés d'Electriſation*. Mais au lieu de cela, je vis cette première petite Balle arriver ſenſiblement à 30° quand la groſſe fut à 3°, & ſuivre ce même rapport juſqu'au repos: & il en fut de même des Marches correſpondantes du ſecond & du premier des *Micromètres*. Puis donc que les petites Balles ne ſuivent pas les *Loix* ſimples de la *Méchanique*, il n'y a plus lieu de penſer, que celle de l'*Electromètre fondamental* les ſuive; & il eſt évident, que ces *Loix* ſe compliquent avec quelque *Cauſe phyſique* dans les *Balles* mêmes.

453. Dès que j'eus ſoupçonné l'exiſtence de cette Cauſe, je la découvris. Celle qui fait diverger les *Balles*, ou l'une des deux, eſt en elles-mêmes; c'eſt une certaine quantité de *Matière électrique*, en *excès* ou en *défaut* comparativement au *Milieu*; & la *Force* par laquelle elles divergent, eſt immédiatement proportionnelle à cette quantité: je ſuppoſerai qu'elle eſt en *excès*, pour la commodité de l'expreſſion. Un Corps *électriſé* d'une quantité donnée, communique plus de *Matière électrique* à une *Balle* ſeule qui en eſt à une certaine diſtance, qu'il ne lui en communiqueroit s'il s'en trouvoit une autre près d'elle qui en reçût

en même tems; parce qu'elles *influeroient* l'une sur l'autre, & augmenteroient ainsi mutuellement la Force expansive de leur *Fluide électrique*; ce qui diminueroit la quantité que le Corps pourroit leur en fournir, à proportion de ce qu'elles seroient plus voisines. Il suit de là, qu'à mesure que l'*Electrisation* d'un Corps augmente, la *Balle* de son *Electromètre* s'élève par deux Causes: la première est immédiate; c'est qu'il arrive plus de *Fluide électrique* aux *Balles*: la seconde tient aux *Influences électriques*; c'est qu'à mesure que la *Balle* mobile s'éloigne de l'autre, elles acquièrent toutes deux plus de faculté de contenir du *Fluide électrique*. Or par les Expériences préliminaires dont je viens de parler, il sembleroit, que cette dernière Cause compense les Effets de la Cause *méchanique* qui détermine les mouvemens des *Pendules*, & que la Marche angulaire de celui de l'*Electromètre* devient par-là proportionnelle aux *degrés d'électrisation*; ce qui feroit fort commode, mais qui demande plus d'examen.

454. Les deux *Pendules micromètres* auxquels je devois cette Remarque, ainsi que celui du *Mégamètre* (comparativement auquel l'*Electromètre fondamental* suivit la même Marche) me fournissoient déjà le moyen de faire trois

différentes ſuites d'Obſervations correſpondantes des Marches des *Pendules* de différent *Poids*; mais la différence des *Balles* dans les Expériences comparatives des uns aux autres, m'ayant fait craindre qu'il n'en réſultât quelque Modification étrangère aux Loix générales, je cherchai à obtenir différens degrés de *réſiſtance* dans des *Balles* égales, & le *Contre-poids* de l'*Electromètre fondamental* m'en fournit le moyen. On ſe rappellera, que lorſque la *Balle mobile* de cet *Electromètre* eſt ſans *Contre-poids*, ſupportée horizontalement d'un côté ſur ſes Pivôts & de l'autre ſur une Balance, elle pèſe comme 30 *grains* ſur celle-ci; & que lorſqu'elle a ſon *Contre-poids* ordinaire, elle n'y pèſe que comme 7 $\frac{1}{2}$ *grains* (§ 412). Pour remplir donc le but ci-deſſus, je lui ai ajuſté deux autres *Contre-poids*, que je puis ôter & remettre à volonté, par l'un deſquels elle pèſe ſur la Balance comme 15 *grains*, & par l'autre comme 22 $\frac{1}{2}$. Ainſi j'ai quatre différens *Pendules*, portans la même *Balle*, dont les réſiſtances à être déplacés ſont ſuivant la Progreſſion arithmétique 1, 2, 3, 4; par où les *Influences électriques* ſe manifeſteront plus ſimplement, que par les *Pendules* dont j'ai parlé ci-deſſus. L'*Electromètre fondamental* étant l'*unité* dans cette ſuite, ſera ſucceſſivement comparé avec des *Electromètres* dont la réſiſtance

du *Pendule* sera double, triple, quadruple. Après donc avoir calculé quelles devroient être leurs Marches correspondantes, s'ils étoient de simples *Pendules* mus par les mêmes *Forces*, la *différence* entre l'observation & le résultat du Calcul, fournira des données intéressantes sur la Marche des *Influences électriques*, puisque cette *différence* leur sera due.

455. Cependant encore ces données immédiates devront être analysées, à cause de deux circonstances étrangères aux Balles: la première est, l'*Influence* de l'*Echelle*, qui varie suivant la position de la *Balle mobile*; la seconde est, l'*Influence* du Corps *électrisé*, auquel on applique l'*Electromètre*. A ce dernier égard, il se présente une route simple à suivre; c'est de faire d'abord la suite des Expériences dont je viens de parler, en mettant les Montures seules des différens *Pendules* en communication les unes avec les autres; puis en les appliquant différemment à différens *Conducteurs*; par où l'on découvrira les *Influences* de ceux-ci.

Seconde Classe d'Expériences.

456. Je viens à un moyen plus direct de découvrir le Langage de l'*Electromètre*, & j'en ferai d'abord l'application à l'Appareil le plus important

important d'entre ceux que j'ai décrits, ſavoir le *Diſque* Fig. 1. *Pl.* II, qui ſert, ſoit ſeul, ſoit avec un autre *Diſque* ſemblable, à un très-grand nombre d'Expériences électriques. Nous avons dans l'*Electricité*, comme dans l'*Hygrologie*, un *Zéro* abſolu d'où partent les Phénomènes; & dans la première, ce *Zéro* eſt l'*état électrique* du *Milieu*. Les degrés d'*Électriſation* des Corps, ſont les quantités dont la *Force expanſive* du *Fluide électrique* diffère chez eux, dans l'un ou l'autre ſens, de l'état électrique du *Milieu*. Si l'on a deux Corps *conducteurs*, égaux & ſemblables, mais différemment *électriſés*, & qu'on les mette entr'eux en communication *conductrice* ſans qu'ils *influent* l'un ſur l'autre, ils acquerront une même *Electriſation*, qui ſera moyenne arithmétique entre celles qu'ils avoient ſéparément. Je ſuppoſe qu'on prenne les deux *Diſques* ſemblables dont je viens de parler, & que, laiſſant un de ces *Diſques* dans l'état du *Milieu*, & *électriſant* l'autre à 40° de ſon *Echelle*, on les mette en communication: l'*Electriſation* de celui qu'on aura tiré de l'état du *Milieu*, ſe partagera entr'eux par moitiés. Si donc on nomme 40 ce degré d'*Electriſation* d'un des Diſques, l'*Electriſation* moyenne des deux ſera indubitablement 20. Si l'on ôte la communication des Diſques, & qu'élevant de

nouveau l'un des deux à 40, on le remette en communication avec l'autre, leur *Electrisation* moyenne sera $\frac{20+40}{2} = 30$. Par une troisième opération semblable, l'*Electrisation* moyenne sera $\frac{30+40}{2} = 35$; & ainsi de suite. Cet exemple suffit pour montrer, qu'en combinant différemment des parties aliquotes d'un même degré d'*Electrisation*, on pourra former immédiatement une Table de la correspondance des *Degrés* de l'*Électromètre*, avec les intensités réelles de l'*Electrisation*.

457. Telle est la Théorie de cette Méthode; mais son exécution sera difficile. D'abord, la dissipation spontanée du *Fluide électrique* permettroit difficilement d'employer de si grands degrés d'*Electrisation*; car ils durent très-peu. Il vaudroit donc mieux tenter premièrement ces Expériences, en partant du degré 24 de l'*Electromètre*, qui est plus durable, & qu'une Bouteille de Leyde peut fournir plusieurs fois sans la recharger. Mais à ce degré même, & dans les tems les plus favorables, ces Expériences, de même que la plus grande partie de celles que j'indiquerai, demandent une correction pour cette diminution spontanée de l'*Electrisation* des Corps. Il faut donc faire des Expériences préliminaires à cet égard, en observant les *Tems*

des diſſipations ſur les principaux Conducteurs qu'on emploie, à divers degrés d'*Electriſation* & par divers états de l'Hygromètre & du Thermomètre, & en former des Tables, qui ſerviront enſuite à corriger les obſervations, en notant leur durée.

458. Il faut auſſi éviter l'oſcillation des *Balles*; parce que l'*Electriſation* ſe trouveroit trop affoiblie quand elles ſe fixeroient, pour qu'on pût y ſuppléer avec exactitude par la correction ci-deſſus. J'ai indiqué le moyen de les prévenir, en faiſant uſage d'un *Fil* métallique pointu par les deux bouts (§ 441). On l'employera d'abord pour charger immédiatement un des Diſques, & enſuite pour ſa première communication avec l'autre. Les deux Diſques devront être placés dans un même plan, à trois ou quatre pouces de diſtance l'un de l'autre; & après en avoir électriſé un, il faudra appuyer d'abord l'une des pointes du *Fil* ſur l'autre Diſque qui ſera encore dans l'état du *Milieu*, & approcher enſuite l'autre pointe juſqu'au contact du Diſque chargé; & lorſqu'on enlevera ce *Fil*, il faudra lui faire abandonner d'abord le Diſque dont on voudra conſerver l'état. Quant aux opérations ſuivantes, on ne peut plus y employer les Pointes, parce qu'elles

Gg 2

diſſiperoient le Fluide ; mais la différence d'état des deux Diſques n'étant plus auſſi grande, on pourra employer une *Communication* telle que je l'ai décrite (§ 440) qui ne produira alors que peu d'oſcillation dans les Balles.

459. Après avoir déterminé par cette route immédiate, la Marche de l'*Electromètre* dans l'Appareil le plus important, on pourra découvrir ſes Modifications générales, en répétant les mêmes Expériences ſur d'autres Corps, auxquels on appliquera l'*Électromètre* à diverſes diſtances. Il conviendra auſſi de les répéter ſur un des mêmes Diſques ci-deſſus, en changeant le *Contre-poids* de ſa Balle. Ces changemens dans les circonſtances répandront toujours plus de lumière ſur le Langage de l'*Électromètre*, par les nouveaux Phénomènes qui pourront en réſulter : & en donnant une attention particulière à la Marche de la *Balle* lorſqu'elle aura le *Contre-poids* qui la fait peſer 15 *grains* ſur la Balance, on pourra l'employer dans les cas où l'*Electriſation* (ſoit immédiate, ſoit par le voiſinage d'un Corps qui paſſe dans l'état contraire) s'élévera au-deſſus de 40°. Car la *Balle* ayant ce degré de réſiſtance, donnera probablement des *Aigrettes* avant que d'être arrivée à l'extrémité de l'Echelle ; ainſi elle indiquera

ſur cette même Echelle les plus grands degrés d'*Electriſation* qu'elle puiſſe recevoir.

Troiſième Claſſe d'Expériences.

460. Nous ne ſavons point encore ſi les Subſtances *conductrices* compactes, telles que les *Métaux*, ſont perméables au *Fluide électrique*: ſon *Fluide déférent* les traverſe, comme il traverſe toute autre Subſtance; mais en eſt-il de même du *Fluide électrique* complet; c'eſt-à-dire, la *Matière électrique* les traverſe-t-elle? C'eſt ce que je ne ſaurois décider. Une obſervation que j'ai faite ſembleroit conduire à l'affirmative. Lorſque j'entrepris de faire un *Tableau magique* en couvrant une lame de Fer-blanc d'une couche de Cire d'Eſpagne rouge, je crus d'abord que mon Principe à cet égard étoit en défaut; car ce *Tableau* ne ſe chargea point. Mais je découvris enſuite que le *Fluide électrique* traverſoit quelque part, & je ſoupçonnai des Points noirs de la Cire de lui ouvrir un paſſage. J'enlevai ces Points juſqu'au Fer-blanc, & je remplis de nouvelle Cire les petits creux; après quoi le *Tableau* ſe chargea. Je penſe que ces Points conducteurs étoient du Cinabre revivifié durant la fuſion de la Cire. Le *Fluide électrique* s'écouloit donc dans le Sol par l'entremiſe de ces Points conducteurs.

& il paroît d'abord naturel de penser, que c'étoit *au travers* du *Fer-blanc.* Toutefois il n'est pas impossible, qu'après avoir traversé la Cire par ces Points, le *Fluide* ne se glissât le long de la Lame de *Fer-blanc*, entr'elle & la Cire, par quelques parties où leur adhérence n'étoit pas complette; ainsi je ne crois pas que ce Phénomène décide la question.

461. Une autre Classe de Phénomènes semble prouver au contraire, que le *Fluide électrique* ne traverse pas mieux les Corps *conducteurs* que les Corps *non-conducteurs*; je veux dire tous les Phénomènes dont on a conclu, que ces premiers ne reçoivent du *Fluide électrique* qu'en raison de leur *Surface.* Cependant jusqu'ici ce signe encore est équivoque. Car on sait que les Corps introduits dans le *Puits électrique*, n'y reçoivent pas sensiblement du *Fluide* par la Source qui charge le *Puits*; l'*Influence* de celui-ci, donnant au *Fluide électrique* propre de ces Corps, un degré de Force expansive qui le fait résister à l'entrée du nouveau *Fluide.* Il peut donc en être de même dans l'intérieur des Corps, si le *Fluide électrique* y réside.

462. Je ne connois que ces deux routes pour découvrir si le *Fluide électrique* traverse les Substances *conductrices* compactes, & l'une & l'au-

tre, comme on le voit, ſont encore équivoques. Toutefois la dernière eſt intéreſſante à examiner; car il me ſemble impoſſible, qu'en ſuppoſant que le *Fluide électrique* traverſe les Corps *conducteurs* & y réſide, le *Fluide* intérieur puiſſe toujours s'élever à un degré de *Force expanſive* proportionnel à la quantité du *Fluide* qui arrive à l'extérieur; tellement qu'il n'en pût jamais entrer dans les Corps au-delà de ce qu'ils en contiennent en commun avec le Sol: ils ne pourroient même rien perdre de cette quantité; car la Thèſe générale regarde l'Electriſation *négative* comme l'Electriſation *poſitive*; la *perte* étant de même conſidérée comme uniquement proportionnelle aux *Surfaces*; par où la Propoſition deviendroit fort étrange, même inconcevable. D'ailleurs l'exemple du *Puits électrique* ne l'autoriſe point; car ſon Phénomène a des degrés; & dès que le Vaſe paſſe une certaine grandeur, les Corps introduits s'y chargent de plus en plus. Si donc il ſe trouvoit vrai des grands Conducteurs comme des petits, qu'ils ne ſe chargent qu'en proportion de leur Surface, il paroîtroit certain que le *Fluide électrique* ne les pénètre pas.

463. Or nous avons maintenant un moyen ſûr de ſoumettre cette queſtion à l'Expérience,

ſans attendre même que la Marche de l'*Electromètre* ſoit déterminée plus exactement qu'elle ne l'eſt par mes premières Expériences ci-deſſus. Il faudra avoir deux Paires de Sphères métalliques, différentes en grandeur, & dans chaque Paire une Sphère ſolide & une Sphère creuſe ; les *charger* à un même degré, & les mettre chacune en communication avec le *Diſque électromètre* (ſoit le Diſque *Fig.* 1, *Pl.* II.). C'eſt un moyen ſûr de connoître la quantité comparative de *Fluide électrique* qu'auront reçu les Sphères *ſolides* & *creuſes* de même groſſeur, en s'*électriſant* au même degré ; & il me ſemble qu'on doit être conduit par-là, à former quelque concluſion ſolide ſur la *perméabilité* au *Fluide électrique* des Subſtances dont ces Sphères ſeront faites.

Quatrième Claſſe d'Expériences.

464. Entre les Phénomènes dans leſquels s'exercent les *Influences électriques*, un des plus compliqués eſt celui de l'inégale diſtribution de la *Matière électrique* ſur un même Corps conducteur qui n'eſt pas ſphérique, quoique la *Force expanſive* du *Fluide électrique* y ſoit partout au même degré. Il ne ſuit pas immédiatement de cette inégale diſtribution, que des Corps de différentes formes, mais égaux en ſur-

face, étant électrifés au même degré, contiennent différentes quantités de *Fluide électrique*; car les parties fur lefquelles ce *Fluide* perd de fon *Fluide déférent* en en communiquant à d'autres, doivent par cela même acquérir plus de *Matière électrique*; ce qui peut compenfer la réfiftance qu'oppofent les autres parties à en recevoir. Entre les cas auxquels cette remarque s'applique, le plus difficile à décider *a priori*, eft celui du rapport que doivent avoir à cet égard, un *Difque* & une *Sphère*, à caufe de la proximité des deux Surfaces oppofées d'un *Difque*, qui par-là doivent *influer* fortement l'une fur l'autre. Voilà donc un objet fur lequel il faut confulter l'Expérience, & on peut le faire par le *Difque électromètre*, qui eft comme une efpèce de Vafe gradué. On pourroit donc prendre des Corps de même nature, d'une Surface égale à celle de ce *Difque*, mais de différentes formes, & les électrifer à un même dégré, à une diftance telle du *Difque* qu'ils ne puffent pas *influer* fur lui. Mettant enfuite chacun de ces Corps en communication avec le *Difque* (au moyen d'un *Fil à deux pointes*), les quantités de *Fluide électrique* qu'il recevroit de chacun d'eux, fourniroient un moyen de connoître le rapport qu'avoient entr'elles les quantités qu'ils en poffédoient refpectivement.

Cinquième Classe d'Expériences.

465. La Marche des *Influences électriques* entre les Corps séparément isolés, suivant leurs distances, leurs grandeurs & leurs formes, est celle qui peut nous fournir le plus de lumière sur les *Loix* de ces *Influences*; parce qu'elles y sont moins compliquées, que dans les mêmes Corps, ou dans des Corps qui sont en communication conductrice; & c'est aussi dans les Phénomènes de cette première espèce que je les ai le plus étudiées. Cependant je ne rapporterai pas les détails de mes Expériences, parce qu'elles n'étoient que des Essais; & je n'indiquerai même ici que leurs principales formes.

466. Le *Grouppe de trois Disques* est un Appareil des plus essentiels dans cette recherche, à cause de la variété des Expériences qu'on peut faire par son moyen, tant sur lui-même, qu'en l'associant à d'autres Corps: voici une des Expériences principales. Le Grouppe étant dans la situation où le représente la *Fig.* 3, *Pl.* II, il faut *électriser* les trois Disques en commun; ce qui fera diverger également leurs *Electromètres:* puis, enlevant les *Communications*, écarter les Disques de quantités successivement égales, en suivant la graduation de la planche qui

leur sert de Base commune, & observer la Marche des *Électromètres*.

467. Les deux *Disques électromètres* fournissent aussi le moyen de faire plusieurs sortes d'Expériences exactes, dont je vais indiquer les principales. Dans une de ces Expériences, il faut poser ces *Disques* sur une planche graduée, les appliquer l'un à l'autre face à face à l'une des extrémités de cette planche, & les y électriser en commun, observant le point où arriveront leurs *Electromètres* : retirer ensuite l'un des *Disques* par degrés successivement égaux, notant les quantités dont les *Balles* s'abaisseront, jusqu'à ce qu'une plus grande retraite n'y produise plus d'effet : puis faire rétrograder le *Disque* par les mêmes degrés jusqu'au contact ; notant de nouveau la marche des *Electromètres*. Ce retour par les mêmes pas, fournira un moyen de corriger la première observation, pour la dissipation du Fluide électrique pendant sa durée.

468. Une seconde Expérience avec ces mêmes *Disques* est celle-ci. Il faut en charger un seul, placé à une des extrémités de la planche, & observer d'abord l'indication de son Electromètre : ensuite amener l'autre à un pouce de dis-

tance de ce premier, & noter l'état des deux *Electromètres:* écarter le second par degrés égaux jusqu'à ce qu'il soit revenu à *Zéro*, & retourner enfin sur les mêmes pas, notant toujours les Observations dans les deux marches.

469. Après s'être exercé à ces deux Expériences, qui sont les plus simples, on en fera plus sûrement une troisième, qui est l'Expérience fondamentale de M. VOLTA; & en la faisant à différentes distances des deux Disques, on parviendra d'autant mieux à en tirer des Conclusions générales. Quand la distance des Disques sera au-delà d'un pouce, les Electromètres ordinaires pourront servir; mais lorsqu'elle sera moindre d'un pouce, il conviendra de leur substituer les Balles qui ont une double résistance, dont je suppose que la Marche a été déterminée. Voici maintenant le procédé général. Les deux Disques étant en présence l'un de l'autre, il faut en charger un, que je nommerai A, d'une quantité qui fasse monter l'*Électromètre* ordinaire à 20°. C'est le plus haut degré d'*Electrisation* qui, dans les tems même les plus favorables, ait assez de durée pour cette Expérience. L'*Électromètre* du Disque A étant donc à ce point, il faut observer celui de l'autre Disque, B; puis *toucher* ce Disque;

ce qui fera redefcendre fon *Electromètre* à o. L'Electromètre A baiffera auffi, & il faudra noter le point où il fe trouvera; puis le recharger jufqu'à ce que fon *Électromètre* revienne à 20°, & obferver l'*Electromètre* du Difque B, après quoi il faudra ramener celui-ci de nouveau à o en le *touchant*, & obferver l'*Électromètre* A. Les mêmes opérations devront être répétées, avec toute la diligence poffible, jufqu'à ce que les alternatives de *recharge* du Difque A & d'*attouchement* du Difque B, ne produifent plus que des balancemens femblables dans les deux *Electromètres*. L'opération fera arrivée alors à fon *Maximum*, & il faudra écarter lentement les Difques jufqu'à ce que leurs *Electromètres* fe fixent, & noter le point où ils arriveront. Le Difque B fe trouvera *négatif*, & l'état *pofitif* du Difque A fera d'autant plus au-deffus de 20° que l'autre fera devenu plus *négatif*. Avec cette Charge de 20°, fi les Difques font bien parallèles, ils pourront n'être qu'à $\frac{1}{4}$ de pouce de diftance, fans que l'Etincelle parte de l'un à l'autre (elle partiroit à bien plus de diftance s'ils n'étoient pas exactement parallèles); & alors, à la retraite du Difque B, le Difque A ne pourra pas contenir tout le *Fluide* dont il fe trouvera chargé; il s'en diffipera une partie en *aigrette* par la *Balle mobile*. J'ai indiqué

ci-devant (§ 441) la manière dont j'opère dans ces Expériences, pour obtenir des résultats exacts, en prévenant les oscillations des *Balles.*

Sixième Classe d'Expériences.

470. Les *Mouvemens électriques* étant jusqu'ici les seuls symptômes par lesquels nous soyons informés de la présence du *Fluide Electrique* dans les Corps & des modifications qu'il y éprouve, ils forment ainsi une des Classes les plus importantes des Phénomènes électriques dont nous ayons à étudier les *Loix*. Deux Causes s'y trouvent toujours combinées; l'une est la quantité de la *Matière électrique*, qui est la Cause immédiate de ces *Mouvemens*; l'autre est l'action du *Fluide déférent*, qui contribue toujours à ces Phénomènes, & qui quelquefois en est la seule Cause médiate, par le déplacement de la *Matière électrique.* Les plus petits, comme les plus grands Corps, éprouvent des *déplacemens* dans leur *Fluide électrique* par la présence d'un Corps *électrisé*, soit qu'ils soient d'abord dans l'état du *Milieu*, soit qu'ils en aient été tirés d'une ou d'autre manière; & s'ils sont libres de se mouvoir, ces *déplacemens* sont toujours une partie des Causes pour lesquelles ils se meuvent, d'une certaine quantité & dans un certain sens.

471. C'eſt donc là une branche bien conſidérable d'Expériences électriques. J'ai tâché d'en donner une idée, lorſque j'ai traité de la Théorie & de la Cauſe de ces *Mouvemens*, en indiquant les circonſtances qui y influent, & comment elles y influent. Mais pour découvrir des *Loix* exactes, il faut déterminer toutes les *quantités*. Je me propoſois donc de reprendre ces Expériences, en les exécutant ſur des Corps ſuſpendus, de toute grandeur & forme, *iſolés* & non *iſolés*; en préſence du *Diſque électromètre*, chargé à divers degrés connus, & placé à diverſes diſtances connues; & d'analyſer l'état des Corps mis en mouvement au moyen du petit *Électromètre* Fig. 8 *Pl.* I, ſoit en l'appliquant immédiatement aux petits Corps, ſoit en l'employant à connoître l'état de petites Plaques iſolées, qui auroient été appliquées à diverſes parties des grands Corps (§ 370): enfin d'obſerver les quantités des Mouvemens, par des *Index* de Verre (§ 384 & 385). Des Expériences de cette ſorte, faites avec exactitude, ne pourroient qu'aider beaucoup à la fixation des *Loix* des *Influences électriques*.

Septième Claſſe d'Expériences.

472. Les Phénomènes du *Tableau magique*, de l'*Electrophore* & du *Condenſateur*, dépendent

encore des *Influences électriques*; mais les propriétés des Substances *non-conductrices* y jouent un si grand rôle, que ces Phénomènes sont très-compliqués. C'est cependant de cette branche d'Expériences, que nous pouvons attendre le plus de lumière sur la nature même du *Fluide électrique*; & par conséquent on ne sauroit y apporter trop de soin. C'est pour elles principalement, que je me suis attaché à déterminer une construction *comparable* des *Disques électromètres*; qui par-là deviennent des *Armures* mobiles, dont toutes les modifications se manifestent immédiatement, dès que le Langage de leurs *Electromètres* est entendu, & qui ouvrent ainsi un nouveau champ d'Expériences. J'ai observé pas à pas par leur moyen, tout ce que j'ai dit ci-devant de la Théorie des trois principaux Appareils auxquels elles s'appliquent, & il est probablement peu de recherches à faire dans cette branche de Phénomènes électriques, auxquelles elles ne se prêtent aisément. Je ne tracerai ici aucune route à suivre dans ces Expériences; il suffit de les entreprendre pour que l'intérêt naisse & que les routes s'ouvrent d'elles-mêmes: ainsi je me contenterai de donner une idée de la nature des Phénomènes qu'elles offrent, en tirant de mon Journal quelques détails

détails d'une des Expériences que j'ai faites fur la *Charge* ordinaire du *Tableau.*

473. L'Appareil *Fig.* 10, *Pl.* I, étoit fur la Table même qui porte ma Machine électrique : mais il peut être fur une Table contigüe; l'essentiel étant, que la Table qui le porte soit suffisamment grande, bien horizontale, droite & unie, pour que les *Armures* puissent être tirées hors de l'influence l'une de l'autre & du *Tableau*, en glissant sans secousse & sans qu'il se fasse de changement dans la position des Balles de leurs Electromètres. La *Charge* fut faite en établissant des *Communications mobiles*, entre le *premier Conducteur* & une des *Armures* que je nommerai A, & entre l'autre Armure B & le *Sol.* L'Appareil n'étoit pas situé dans la position que j'ai indiquée comme étant la plus convenable; savoir celle où le plan du *Tableau* se trouve dans celui du *premier Conducteur* pour que les *Balles* des *Electromètres* se meuvent latéralement; il étoit dans un plan à angle droit de celui-là, l'Armure A tournée du côté du *premier Conducteur*, dont son *Electromètre* se trouvoit distant de 7 à 8 pouces; on verra l'effet de cette position. Voici maintenant les principaux Phénomènes que j'observai dans cette Expérience.

474. *Prem. Phén.* Avec quelque lenteur & régularité que je fiſſe mouvoir la Machine, la *Balle* de l'Armure A oſcilloit fortement, en s'élevant de plus en plus à chaque oſcillation. Ce Phénomène indique un paſſage *intermittent* du *Fluide électrique*, de l'*Armure* qui le recevoit à la Surface *non-conductrice* voiſine, & de la Surface oppoſée à l'Armure B qui communique au *Sol*. La Cauſe de cette *intermittence* eſt analogue à celle du *Glouglou* d'une Bouteille qu'on vuide : le *Fluide électrique* doit être accumulé à un certain point dans l'Armure A, pour qu'il puiſſe paſſer à la Surface *non-conductrice* ; & dès qu'il peut y paſſer, il s'y élance : par où la *Balle* retombe juſqu'à un certain point, puis ſe relève par une nouvelle accumulation du *Fluide électrique* dans l'*Armure* ; qui alors doit être plus fortement *électriſée* pour opérer ſur la Surface *non-conductrice*, à cauſe du *Fluide électrique* que celle-ci a déjà reçu ; & le paſſage ſe fait de nouveau par un *ſaut*. A chaque nouvelle quantité de *Matière électrique* qui vient ainſi ſe dépoſer ſur la Face A de la Lame *non-conductrice*, il en paſſe de la Face B dans ſon Armure ; parce que le *Fluide déférent* du *Fluide électrique* qui s'accumule dans l'Armure A, ſurmonte alors la réſiſtance qu'a la *Matière électrique* à abandonner cette face, & la fait paſſer

de même *par ſauts* dans l'Armure B. En traitant dans la Section ſuivante des *Figures* tracées par la Pouſſière de Réſine ſur les Subſtances *non-conductrices* électriſées, je prouverai plus immédiatement encore, que c'eſt-là la marche des Charges & Décharges ſimultanées, faites par des *Armures* ſur des Lames *non-conductrices.*

475. *Sec. Phén.* Quand la Charge eſt à ſon *Maximum*; il ſe fait une autre eſpèce d'*Oſcillation* dans la Balle, provenant des *diſſipations* & *réparations* alternatives du *Fluide électrique* au côté *poſitif*, & des balancemens oppoſés du *Fluide* dans l'*Armure négative.* Ce *Maximum* & ſes *balancemens* ont lieu, quand on fait mouvoir la Machine avec régularité & lenteur; attention néceſſaire ſi l'on veut empêcher que le *Tableau* ne ſe décharge de lui-même. La Charge donc étant arrivée à un certain point que j'indiquerai, il ſe forme plus aiſément des *Aigrettes* latérales aux pointes du premier Conducteur ou à quelque partie de l'Electromètre de l'*Armure*, qu'il ne paſſe de nouveau *Fluide* à la Surface non-conductrice; à chaque fois qu'une *Aigrette* part, l'*Electromètre* baiſſe, & il faut un inſtant ſenſible pour que la Charge arrive de nouveau au point de fournir une *Aigrette.*

476. *Troif. Phén.* Il y a quelque chofe de myftérieux dans la *Décharge fpontanée*; parce qu'elle n'a pas toujours lieu, quoiqu'on augmente le mouvement de la Machine; & je n'ai pu découvrir encore à quoi tient la différence des Phénomènes que voici. Lorfque la Charge eft à fon *Maximum*, on entend quelquefois un petit *fifflement*; la *Balle* de l'*Electromètre* baiffe alors un peu, & fe fixe. Si l'on ferme les Volets de la chambre, on voit quelque part fur la partie verniffée du *Tableau*, une lame lumineufe violette, paffant fous la forme d'un Courant, de l'Armure A à l'Armure B. Ce Phénomène remarquable eft rare dans le *Tableau*, mais il s'obferve très-fouvent dans la *Bouteille*. Le *Maximum* de la *Charge* eft toujours diminué quand ce *Courant* de Fluide électrique *décompofé* fe manifefte; & alors, il ne fe fait point de *décharge fpontanée*, quoiqu'on faffe agir fortement la Machine. Le Courant ceffe dès que la Machine ne joue plus, & la Charge, quoiqu'un peu moindre qu'elle n'auroit été fans ce Courant, eft toujours très forte : j'ai même quelque lieu de croire, que la différence indiquée par l'Electromètre, eft principalement dans l'Armure A. Lorfqu'en augmentant le mouvement de la Machine, au lieu de ce *Sifflement* (figne que le Fluide qui continue à arriver à

l'Armure A fuit la Surface *non-conductrice* dans un état de *décompofition*) on entend des *pétillemens*; la Balle de l'Electromètre eft plus élevée, & la *Décharge fpontanée* eft prochaine. Dans l'obfcurité on voit alors autour de l'*Armure*, de petits *jets* de Lumière vive, qui font des Etincelles fpontanées; & fi l'on continue ce mouvement accéléré de la Machine, il part une forte *Etincelle* qui décharge le Tableau. Enfin, ces Phénomènes fi différens arrivent quelquefois au même Appareil dans l'efpace de peu de minutes.

477. *Quatr. Phén.* Dans l'Expérience particulière dont je parle, les *pétillemens* commençoient, quand la *Balle* de l'Armure A étoit arrivée, à ofciller deçà & delà du point 15°. C'étoit donc là le *Maximum* de la *Charge*, mais un *Maximum* mal exprimé par cette indication de l'*Electromètre*, à caufe de la pofition où fe trouvoit le *Tableau*: ce qui fournira un exemple de la néceffité de garantir les Balles des *Electromètres* de toute *Influence* étrangère. Quand la *Charge* eft finie, & qu'on veut examiner l'état du *Tableau*, il faut décharger le *premier Conducteur*, pour faire ceffer toute *Influence* de fa part. Or dès que je déchargeois mon *premier Conducteur*, la *Balle*, qui auparavant ne s'élevoit

qu'à 15°, s'élevoit alors à 22°. Ainsi l'*Influence* du *premier Conducteur* sur cette *Balle*, quoiqu'à 7 ou 8 pouces de distance, diminuoit d'un tiers la quantité du *Fluide électrique* qu'elle pouvoit recevoir de l'*Armure* quand celle-ci agissoit seule.

478. *Cinq. Phén.* Une autre *Influence* plus grande encore, s'exerce sur l'Armure A elle-même, par son voisinage de l'Armure B, qui est passée à l'état *négatif*. L'effet de cette *Influence* se manifeste, quand on la fait cesser en tirant à l'écart l'Armure A : & par exemple, dans l'Expérience dont je parle, l'Electromètre de cette *Armure* s'élevoit alors à 35 degrés. Après avoir observé cet effet, je pouvois aussi rendre sa cause sensible, & voici comment. Je ramenois l'Armure A au contact du *Tableau*, ce qui ramenoit son *Electromètre* à 22°; j'ôtois alors la Communication au Sol de l'Armure B, & rien ne changeoit encore dans les Electromètres, celui de l'Armure B restant à 0 : mais lorsque je tirois cette *Armure* à l'écart, les deux *Balles* s'élevoient en même tems, à-peu-près de la même quantité dont s'élevoit celle de l'Armure A quand je l'écartois du *Tableau*; & l'Armure B se montroit alors *négative*. Si je ramenois les deux *Armures* en contact des

Faces respectives du *Tableau*, leurs *Electromètres* ne différoient de leur premier état, que par la *dissipation spontanée* qui s'étoit faite durant l'opération.

479. *Six. Phén.* J'ai dit qu'il faut une assez grande différence d'état électrique entre les *Armures* & la Surface *non-conductrice*, pour qu'elles puissent se modifier mutuellement; voici des Phénomènes qui le prouvent & qui peuvent conduire à une détermination sur ce point. Ayant séparé du *Tableau* l'Armure A, tandis que son Electromètre étoit à 22°, & l'ayant vu à 35° à quelque distance (ce qui montroit son état réel); je lui ôtois ces 35° en la *touchant*, & la réduisant ainsi à l'état du Sol. Voilà donc une grande différence arrivée dans son *état électrique*; & cependant elle n'étoit pas capable encore de *contraindre* la Surface *non-conductrice* à lui céder du *Fluide électrique*; celle-ci ne lui fournissoit que du *Fluide déférent* quand je la ramenois au contact du *Tableau*. A mesure que je l'approchois, sa *Balle*, d'abord à o, s'élevoit de plus en plus; & quand elle arrivoit au contact, la *Balle* se trouvoit à 18 ou 20. Toutefois l'*Armure* elle-même n'avoit point reçu de *Fluide électrique*; car en la retirant, sa *Balle* revenoit à o.

480. *Sept. Phén.* C'est un Phénomène remarquable, que le peu de différence des Indications de l'*Electromètre* de l'Armure A au contact du *Tableau* dans les deux cas précédens : cette différence ne fut que d'environ 3°, tandis que l'état réel de l'*Armure* avoit changé de 35°. La cause de ce Phénomène est encore dans l'*Armure* opposée, modifiée par sa communication avec le Sol, que je suppose rétablie: & voici la marche des Causes dès le commencement du Phénomène. Quand l'Armure A (chargée réellement à 35°, quoique son Electromètre n'indique que 22° auprès du *Tableau*) en est retirée ; son *Fluide déférent* ne se communique plus à l'Armure B, & le Sol fait passer alors du *Fluide électrique* à celle-ci ; mais ce *Fluide* rétrograde, si l'Armure A revient sans avoir été déchargée. C'est ce qu'on peut déjà conclure de l'effet réciproque qui a lieu dans l'Armure A ; son *Fluide électrique* perdant 13° de *Force expansive* dans le voisinage de l'Armure B, à cause du *Fluide déférent* qu'il cède à cette *Armure*. Mais si l'Armure A est déchargée avant son retour au *Tableau*, le *Fluide* revenu du Sol dans l'Armure B ne rétrograde pas ; il augmente au contraire, & c'est lui qui fait relever l'Electromètre de l'Armure A, de 0 à 18 ou 20 : sa quan-

tité augmente, dis-je; parce qu'à mesure qu'il perd de sa *Force expansive*, en communiquant de son *Fluide déférent* à l'Armure A, il résiste moins au *Fluide électrique* du Sol. On peut déterminer toutes ces *quantités* par des Expériences exactes & suivies, dont je vais donner une idée; ce qui servira en même tems à prouver l'existence des Causes que je viens d'indiquer.

481. *Huit. Phén.* Quand l'Armure A, éloignée du *Tableau*, se trouvoit indiquer 35°, j'enlevois la Communication de l'Armure B avec le Sol, & je lui appliquois un *Electromètre* isolé, outre celui qui lui appartient. J'amenois alors l'Armure A en contact; & son *Electromètre* baissoit; mais moins qu'auparavant, parce que le *Fluide* de l'Armure B n'ayant plus d'écoulement dans le Sol, ne pouvoit se porter que dans les *Electromètres*, dont il faisoit diverger les Balles. Séparant alors l'*Electromètre* libre, je le trouvois électrisé *positivement*, quoique l'Armure B fût réellement *négative*, comme je l'ai montré dans le *Cinq. Phén.* En appliquant à l'Armure B de plus grands Corps, munis d'Electromètres, & les plaçant à diverses distances, avec des *Communications*, l'Armure A sera différemment modifiée; ce qui fournira de nouveaux Phénomènes, sur les *Influences électriques*.

& fur leurs rapports avec les Modifiations des Surfaces *non-conductrices.*

482. *Neuv. Phén.* On a déjà vu qu'une différence de 35° dans l'état de l'Armure A n'a pas été fuffifante, malgré le retour correfpondant du *Fluide électrique* dans l'Armure B, pour faire paffer du *Fluide électrique*, de la Surface *non-conductrice* chargée dans cette Armure A : mais voici un autre Phénomène qui prouve, que cette différence peut devenir plus grande encore fans produire aucun effet. Tandis que l'Armure A, remife dans l'état du Sol, indiquoit néanmoins 18 à 20 degrés d'*Électrifation* auprès du *Tableau*, je lui faifois communiquer, par fon bord & de tranche, un de mes Difques de Fer-blanc de même diamètre qu'elle; ce qui faifoit baiffer fon *Electromètre* de 9 à 10 degrés. Retirant enfuite ce Difque, je lui appliquois un *Electromètre*; par où je voyois, qu'il avoit enlevé à cette *Armure* affez de *Fluide électrique*, pour être électrifé lui-même à 10 ou 12°. Je retirois alors lentement l'*Armure* : à mefure qu'elle s'éloignoit, fon *Electromètre* baiffoit ; mais arrivé à 0, il fe relevoit, & fe fixoit à environ 8° par une Electrifation *négative*. Il avoit donc perdu ces 8° de fon *Fluide* propre ; & le Difque en avoit acquis 10 ou 12, parce

que l'*Armure* & son *Electromètre* avoient plus de Surface que lui. Ainsi voilà 43° de différence dans l'état électrique de l'*Armure*, savoir de + 35° à — 8°; & cependant la Surface *non-conductrice* chargée ne lui transmettoit point encore de *Fluide électrique*. Il fallut décharger plusieurs fois le Disque de Fer-blanc, & le ramener au contact de l'*Armure*, pour que celle-ci enlevât enfin du *Fluide électrique* à la Surface *non-conductrice*; & par nombre de répétitions pareilles, je déchargeai enfin le *Tableau*.

483. Je m'arrête ici sur la marche de ces Phénomènes; je crois en avoir dit assez pour faire comprendre, que cette manière exacte de les analyser, fournira des Problêmes *physico-mathématiques*, aussi intéressans qu'instructifs; car outre toute la suite des Phénomènes du *Tableau*, dès le commencement de la *Charge* jusqu'à son *Maximum*, & dans la *Décharge* graduelle, il reste encore à analyser les Phénomènes *électrophoriques* qui succèdent; dans lesquels les *Armures* sont modifiées par l'*Influence* de la Lame *non-conductrice*, sans que celle-ci change d'état; car elle n'en change que par l'action de l'Air. Mais je n'irai pas plus loin sur ces détails, que les Expériences dicteront elles-mêmes; & je me contenterai de remar-

quer, que les Phénomènes varient un peu, par des différences qu'il eſt difficile d'éviter, dans l'intimité du contact entre les *Armures* & la Lame *non-conductrice.* Pour avoir un contact plus complet & moins ſujet à ces différences, au lieu de *Verre de vitre* que j'avois employé juſqu'ici pour mes *Tableaux*, j'ai préparé une *Glace* d'*Allemagne* très-mince, mais je n'en ai point encore fait d'uſage. Cependant les *Intermittences* dont j'ai parlé à l'égard des Modifications reſpectives de la Lame *non-conductrice* & de ſes *Armures*, ne tiennent que pour le degré au manque d'intimité du contact; car je les montrerai dans la *Bouteille de Leyde*, où les Feuilles d'étain qui lui ſervent d'*Armure* ſont ſi intimément appliquées au Verre.

Huitième Claſſe d'Expériences.

484. Il eſt intéreſſant de connoître, quelle quantité de *Matière électrique* s'eſt accumulée ſur l'une des Faces de la Lame *non-conductrice* du *Tableau* quand la *Charge* eſt arrivée à ſon *Maximum*; & nous avons un moyen de le découvrir, par ſa *Décharge* ſucceſſive à la manière que j'ai énoncée à la fin de la *Neuvième Expérience.* Cela ſuppoſe qu'on a déterminé, par les Expériences que j'ai indiquées ci-devant (§ 464), la manière dont ſe *chargent* les *Con-*

ducteurs de diverses formes; parce que la recherche dont il s'agit consiste à savoir: « à quel « degré d'*Electrisation* arriveroit un Corps *con-* « *ducteur* de même Surface que la partie de « la Lame *non-conductrice* qui se charge, s'il « contenoit tout le *Fluide électrique* qui s'est « condensé sur cette dernière ». Je supposerai ici, qu'une *Sphère métallique*, de même Surface que la partie de la Lame *non-conductrice* couverte par l'*Armure*, soit un terme exact de comparaison, & que le Langage de l'*Electromètre* a été déterminé par les moyens indiqués ci-dessus. Il faudroit isoler une *Sphère métallique*, dont la Surface, compris celle d'un *Electromètre* qui lui seroit joint, fût sensiblement égale à la Surface *non-conductrice* armée. Cette Sphère devroit être placée à une telle distance du Tableau, qu'il ne produisît aucun mouvement dans son Electromètre. Il faudroit établir entre le *Tableau* & la *Sphère*, une *Communication* dont le Fil métallique fût en forme d'anneau d'un côté, & pointu de l'autre. Ce *Fil* devroit se mouvoir en *bascule* au haut d'un Support isolant, de manière que le côté de l'Anneau inclinât à tomber, & que lorsque ce *Fil* seroit libre, son Anneau reposât sur quelque partie de l'Armure A, & sa Pointe contre la *Sphère*, un peu au-dessous du Diamètre horizontal. Un Cordon de Soie, fixé

à ce *Fil*, pourroit lui faire abandonner en même tems l'*Armure* & la *Sphère*. Quand on voudroit qu'il y retournât, il faudroit le lâcher lentement : alors il partiroit une *Etincelle* de l'*Armure* ſur l'*Anneau* de ce *Fil*, avant que ſa Pointe fût arrivée au contact de la *Sphère*; par où le *Fluide électrique* n'arriveroit pas bruſquement ſur celle-ci, & la *Balle* de ſon Electromètre oſcilleroit peu. Voici maintenant l'opération.

485. Ayant chargé le *Tableau*, & déchargé l'Armure A juſqu'à ce qu'elle ſoit prête à enlever du *Fluide* à la Surface *non-conductrice* (§ 482), & l'Armure B continuant à communiquer avec le Sol; on établira une première fois la *Communication* entre l'Armure A & la *Sphère*, puis on l'enlevera : on notera le degré d'Electriſation de cette dernière, après quoi on la déchargera avec une Pointe, pour que ſa *Balle* ne retombe pas trop bruſquement; & l'on répétera l'opération auſſi long-tems que le *Tableau* fera mouvoir la *Balle* de la *Sphère*. Par des eſſais que j'ai déjà faits, cette Expérience eſt très-longue, & il faut de la patience pour la conduire juſqu'au bout. Quand elle aura été faite avec exactitude, la ſomme de toutes les Indications ſucceſſives de l'*Electromètre* de la *Sphère*, fournira le degré d'*Electri-*

ſation où elle arriveroit, ſi elle pouvoit contenir à la fois tout le *Fluide électrique* qui lui eſt venu ſucceſſivement de la Surface armée du *Tableau.* Par ce même moyen on pourra comparer les différentes Subſtances *non-conductrices* qui peuvent être réduites en Lames minces; & connoître auſſi les différences qui réſultent ſans doute, quant à la quantié de la Charge, de l'emploi d'*Armures* mobiles, au lieu des Feuilles d'étain qui s'appliquent plus intimément.

486. Une autre quantité de *Fluide électrique* qu'il eſt encore intéreſſant de connoître, eſt celle que la Décharge du *Tableau* ne lui enlève pas, & d'où réſulte ſa *Faculté électrophorique*: or voici une méthode par laquelle je penſe qu'on parviendra à découvrir cette quantité. Il m'a réuſſi quelquefois de détruire complettement la Faculté *électrophorique* d'un *Tableau* déchargé, en donnant des *Etincelles* à l'Armure B avec une Bouteille de Leyde, & en tirant alternativement de l'Armure A. Après une forte *Etincelle* donnée d'un côté & tirée de l'autre, j'eſſayois le *Tableau* comme *Electrophore.* Si cette *Etincelle* n'avoit produit aucun effet, j'en employois deux, trois, ou quatre de ſuite avant que d'ôter les *Armures*, pour les faire changer plus fortement d'état en ſens contraire, & leur donner

ainsi plus de pouvoir sur l'*Electrophore.* Souvent il arrivoit, qu'après avoir vu la Faculté *électrophorique* prête à cesser, une nouvelle opération la faisoit passer en sens contraire; mais quelquefois je réussissois à la détruire entièrement. Au lieu de faire passer ainsi dans le Sol le *Fluide électrique* qui abandonneroit l'Armure A, il faudroit le recevoir dans la *Sphère* de l'Expérience précédente, qu'on déchargeroit successivement après avoir noté les quantités. Quand on auroit réussi à détruire exactement par cette voie la Faculté *électrophorique* d'un *Tableau*, la somme des quantités de *Fluide électrique* reçues par la Sphère, indiqueroit la quantité totale qui produisoit cette Faculté.

487. Il y a encore des Expériences assez intéressantes à faire avec deux Lames *électrophoriques*, appliquées l'une contre l'autre, soit par leurs Faces semblablement électrisées, soit par leurs Faces électrisées en sens contraire; & en les prenant par Paires, soit de même espèce, soit d'espèces différentes; observant les diverses modifications des *Armures*, & celles que les *Lames* produisent les unes sur les autres. Toutes ces variétés dans les circonstances produisent différens effets; & les essais d'explication, joints aux nouvelles Expériences qu'ils inspireroient,

augmenteroient

augmenteroient de plus en plus l'intérêt & les lumières. En m'occupant de ces Expériences, j'observai une fois un Phénomène, que je n'ai pu produire depuis. Je venois d'essayer le degré de Faculté *électrophorique* d'un *Tableau* de Ferblanc couvert de Cire d'Espagne, pour l'associer avec un autre *Tableau*, & je lui avois trouvé encore une force sensible: en le mettant dans le Cadre, il le heurta par accident, ce qui le fit fortement résonner. Je craignis que la couche de Cire d'Espagne ne fût crevassée, mais en l'examinant je n'y apperçus aucune fente: cependant, l'ayant essayé de nouveau comme *Electrophore*, il ne produisit plus d'effet. Je le crus gâté, & j'allois faire refondre la Cire, lorsqu'il me vint à l'esprit d'essayer de le *charger:* il se chargea très-bien, & redevint *Electrophore* après la décharge. Seroit-ce donc, que de fortes vibrations dans cette Lame, auroient aidé le rétablissement de l'Equilibre du *Fluide électrique ?* Je le frappai plusieurs fois depuis, mais je ne reproduisis plus le même effet.

Neuvième Classe d'Expériences.

488. Lorsqu'on tire des *Etincelles* d'un Conducteur chargé, ou qu'il s'en échappe des *Aigrettes*, on apperçoit trois Phénomènes que le

Fluide électrique ne manifeste point tant qu'il est retenu par quelque Corps : il y a *Clarté*, *Chaleur*, & *Odeur phosphorique*. Je regarde ces Phénomènes comme étant des effets de la *décomposition* d'une partie du *Fluide électrique*, qui devient alors très-dense. Par cette décomposition, trois de ses Ingrédiens se manifestent, savoir, la *Lumière*, le *Feu* ou la *Matière du Feu*, & une troisième Substance qui produit l'*Odeur phosphorique :* c'est du moins ce que je suppose ici, pour expliquer une autre Classe d'Expériences, que j'ai déjà tentée, mais que j'avois renvoyé de faire avec plus de soin, lorsque mes Appareils le rendroient possible, & après avoir déterminé tout ce qui doit l'être préalablement. Voici le but & le plan de ces Expériences.

489. J'ai peu de doute que les Causes de la *Clarté* & de la *Chaleur*, produites par les *Etincelles* & les *Aigrettes*, ne soient dans le *Fluide déférent* du *Fluide électrique*, dont une partie se décompose alors : mais je soupçonne que l'*Odeur phosphorique* est due, ou à la décomposition de la *Matière électrique*, ou à quelque nouvelle combinaison qu'elle éprouve dans ce moment-là. Si elle venoit encore du *Fluide déférent* décomposé, l'Expérience dont je vais

parler ne nous apprendroit rien ; car tant que la même quantité de *Matière électrique* ſubſiſte dans un Syſtême de Corps, l'*Air* & tous les Corps voiſins lui fourniſſent une quantité de *Fluide déférent* proportionnelle à la poſition où il ſe trouve. Mais ſi cette *Odeur* procède d'une certaine quantité de *Matière électrique* qui change d'état ; l'Expérience ſuivante pourroit peut-être nous faire appercevoir la perte de cette quantité.

490. Je ſuppoſerai qu'on a étudié tout ce qui concerne la *Charge* du *Tableau magique*, tant dans la méthode ordinaire, que lorſqu'on le charge par lui-même ; & qu'on peut connoître ainſi, par les Indications des *Armures* au contact & loin du *Tableau*, dans quel ſens, & combien, il diffère de l'état du *Milieu* lorſque la *Charge* eſt finie. Il faut alors le *décharger* par lui-même, au moyen des *Balles mobiles* (§ 434) fixées pour cet effet à ſes *Armures* ; & examiner enſuite ſon état & celui des *Armures*, pour ſavoir ſi la quantité du *Fluide électrique* n'y a point diminué par la vive *Etincelle* qui a fait la *Décharge*. C'eſt en vue de cette Expérience, que j'ai cherché à *charger* le *Tableau* de la manière que j'ai décrite ; & dans mes premiers eſſais, il me ſemble que la quan-

tité de la *Matière électrique* avoit diminué. Toutefois cette Expérience eſt ſi compliquée, que je n'oſerois en tirer encore aucune conſéquence poſitive.

Dixième Claſſe d'Expériences.

491. C'eſt principalement en vue du *Condenſateur* de M. VOLTA, que j'ai fait mes *Pendules micromètres.* Ils ne ſont pas applicables à une détermination plus exacte des grands degrés d'*Electriſation* ; car dès qu'un de ces *Pendules* eſt mis à l'*Electromètre*, les Corps auxquels on l'applique ne peuvent être *électriſés* que d'environ 4° avec l'un, & 0,4 avec l'autre. D'ailleurs nous ſommes loin encore de la préciſion à des égards plus eſſentiels qu'une détermination minutieuſe de l'Indication de l'*Electromètre fondamental* ; ainſi rien encore ne la rend néceſſaire. Ces *Micromètres* ne peuvent pas non plus être appliqués à de petits Corps ; parce que leur Surface conductrice eſt trop grande ; par où ils affoibliroient trop les degrés d'Electriſation qu'ils devroient meſurer. Leur fonction eſt donc, de meſurer de petits degrés d'*Électriſation*, dans les cas où la quantité de *Fluide électrique* qu'ils reçoivent eux-mêmes, ne diminue pas ſenſiblement le degré d'*Electriſation* des Corps auxquels on les applique.

Ainsi par exemple, lorsque dans l'*Expérience huitième* (§ 485), l'*Electromètre* de la *Sphère* communiquant avec l'Armure A, ne donneroit plus de signes sensibles d'*Electrisation* ; substituant successivement à son *Pendule*, les deux *Pendules micromètres*, on auroit encore long-tems de petites Charges mesurables de la *Sphère*.

492. Mais le principal usage de ces *Micromètres*, est de déterminer le Langage des *Condensateurs* ; & voici un exemple de la marche qu'il faudroit suivre. Je suppose un *Condensateur* dans le Cadre *Pl.* I, *Fig.* 10 ; ayant l'Armure B en communication avec le Sol. Je mets à l'Armure A, séparée du *Condensateur*, le plus petit des *Pendules micromètres*, dont je suppose que les indications sur l'*Echelle* sont des 100mes de degré de l'*Électromètre fondamental.* Je décharge une grande *Bouteille de Leyde*, en touchant la Table avec son Bouton, jusqu'à ce qu'elle ne puisse faire élever le *Micromètre* que de peu de ses degrés ; par exemple, à 0,05 de l'*Electromètre fondamental.* Si le *Condensateur* est bon, je puis alors mettre à l'Armure A la *Balle fondamentale*, avant que de l'appliquer au *Condensateur* ; & si dans cet état je touche l'*Armure* avec la même *Bouteille*,

& que je la tire ensuite de l'Influence du *Condensateur*, la grosse Balle se mouvra de plusieurs degrés. Si elle indiquoit 5,0, l'effet du *Condensateur* seroit de *centupler* dans l'*Armure*, le degré d'*Electrisation* qui lui est communiqué tandis qu'elle est en contact avec lui. Il me semble d'avoir observé des Effets aussi grands que celui-là, & même plus grands; toutefois je ne l'affirme pas, parce que lorsque j'ai fait ces Expériences, mes Instrumens avoient encore un Langage trop vague; ainsi je n'emploie ce nombre que pour exprimer plus aisément la Méthode que j'ai en vue. Ayant donc éprouvé ainsi le degré de pouvoir d'un *Condensateur* pour *amplifier* les *Electrisations* communiquées à son *Armure*, il deviendra un vrai *Micromètre*, applicable principalement aux *Conducteurs* élevés dans l'Air, lorsqu'ils cessent de donner des signes d'Electrisation mesurables par le plus petit des *Micromètres* immédiats. Ils ne donneront pas plus d'indice d'*Electrisation* quand on appliquera l'*Armure* au *Condensateur*; mais en l'en séparant il arrivera quelquefois, qu'elle ne pourra pas contenir tout le *Fluide* qu'elle aura reçu; parce que la petite *Balle*, dé assant l'Echelle, le dissipera. Alors il faudra ôter cette *Balle*, & lui substituer ou celle qui sert de

premier *Micromètre*, ou peut-être même la *Balle fondamentale*. En général, il faut que lorsqu'on retirera l'*Armure* du contact du *Condensateur*, la *Balle* appliquée à la première se fixe dans l'étendue de l'Echelle. Alors le degré d'*Electrisation* du *Conducteur aérien*, sera $\frac{1}{10}$ de l'indication immédiate de la Balle. Mais je le répète, il ne s'agit ici que d'une idée générale de la Méthode à employer pour déterminer le Langage du *Condensateur*; car je ne doute point que lorsqu'on entreprendra des Expériences régulières sur cet objet, on ne découvre des Phénomènes qui conduiront à de nouvelles recherches.

493. En finissant ici l'indication des principales Expériences auxquelles j'ai destiné les Appareils décrits ci-devant, je leur appliquerai en commun la réflexion par laquelle j'ai terminé l'exposition du plan de la dernière. Ce seroit peu que de suivre littéralement ces plans, & d'en rassembler les résultats; il faut examiner ceux-ci pas à pas; tenter de les rassembler sous des *Loix* régulières qui aient au moins des rapports probables avec quelque circonstance sensible; & fixant son attention sur ceux qui s'écarteront essentiellement de ces Loix, s'obstiner à en découvir les Causes. Les ambigüi-

tés, les paradoxes, les difficultés qui se présentent dans de telles recherches, en sont quelquefois les circonstances les plus heureuses : il faut forcer ces obstacles, car quelque vérité est toujours au-delà.

SECTION XII.

Des Figures électriques *de M. le Professeur* LICHTENBERG.

494. J'AI destiné cette Section à une Classe d'Expériences électriques d'un genre tout différent de celles dont j'ai traité dans la Section précédente, & qui nous met en état de suivre à l'œil les traces du *Fluide électrique* sur les Corps *non-conducteurs*. C'est M. LICHTENBERG, Professeur de Philosophie à *Gottingue*, qui nous a ouvert cette nouvelle route, par la découverte qu'il fit au commencement de l'année 1777, de certaines *Figures* que trace la *Poussière de Résine* sur les Corps *non-conducteurs* électrisés : il a rendu compte des Expériences auxquelles il avoit été conduit par sa découverte, dans deux Mémoires imprimés en 1778 & 1779. Je passai à *Gottingue* dans le tems même où il s'occupoit de ces Expériences ; il

eut la bonté de m'en rendre témoin ; & j'en conclus avec lui dès ce tems-là, qu'elles devoient conduire à quelque découverte ſur la nature du *Fluide électrique.* Lors donc que j'eus repris les Expériences de ce genre, un de mes premiers objets fut de ſuivre celles-là avec la plus grande attention. Les parties de mon Journal qui les contiennent, fourniroient ſeules un Volume, & devroient être accompagnées de Planches, qui, ſi elles étoient bien exécutées, émuleroient celles de la Botanique ou de la Pyrotechnie. Mais pour qu'il convînt de publier un tel Ouvrage, il faudroit avoir pouſſé juſqu'au bout l'Analyſe des Modifications de ces *Figures*, & je n'y ſuis pas arrivé encore. Je me contenterai donc de donner ici une idée générale de la nature de ces Expériences, & des réſultats qu'elles m'ont fournis.

495. On fait en quoi conſiſtent ces *Figures.* Lorſqu'on poudre une Surface *non-conductrice* électriſée, avec de la *Pouſſière de Réſine* ſecouée au travers d'un ſachet de toile, elle s'arrange ſous des formes qui ont de la régularité dans leur déſordre ; ce ſont des *Etoiles*, & des *cercles concentriques*, ſur un Champ irrégulièrement poudré. En n'*électriſant* qu'une ſeule place d'une Surface *non-conductrice*, on produit

des *Figures* plus déterminées, dont les caractères ſont très-différens dans les deux eſpèces d'*Electriſations*. M. LICHTENBERG avoit déjà conclu de ſes Expériences, que les parties de la Surface *non-conductrice* où la *Pouſſière de Réſine* s'attache, ſont *poſitives*, & que celles qu'elle laiſſe découvertes, ſont *négatives*; & M. CAVALLO l'a expliqué, en montrant, que la *Pouſſière de Réſine* devient *négative* par le frottement qu'elle éprouve en traverſant la toile. J'en ai vu auſſi une preuve indirecte dans mes Expériences: lorſque j'employois de la toile trop claire, où la *Réſine* éprouvoit moins de frottement, mes *Figures* étoient plus vagues; & elles devenoient très-nettes, lorſqu'il falloit de fortes ſecouſſes pour que la Pouſſière s'échappât.

496. Pour rendre viſibles à la fois les Electriſations *poſitives* & *négatives* qui ont lieu quand on *charge* les Subſtances *non-conductrices*, j'ai employé celles-ci en lames minces; ce ſont des plaques de *verre*, verniſſées de *Cire d'Eſpagne noire*, tamiſée & fondue à leur Surface. La plupart des Lames que j'emploie ſont couvertes de cette *Cire* des deux côtés; d'autres le ſont d'un côté ſeulement, & j'en ai auſſi qui, ayant de la *Cire* des deux côtés, ont des places découvertes,

à l'oppoſite des places couvertes. Les parties découvertes ſont deſtinées à faire les Expériences ſur le *verre* même; & la *Cire* que je mets au côté oppoſé, ne ſert qu'à procurer un fond noir aux *Figures*. Il faut alors obſerver ſéparément les effets des deux *Electriſations* ſur le *verre*; car la *Figure* oppoſée à celle qui eſt produite ſur lui, étant ſur la *Cire*, a d'autres caractères. Ces *Lames* ſervent très-long-tems; & quand on veut y répéter ou changer les Expériences, il ſuffit de les tenir devant le feu juſqu'à ramollir la *Cire*, pour diſſiper totalement les *Electriſations* précédentes.

497. Pour que ces *Lames* ſoient libres des deux côtés lorſque j'opère ſur elles, je les fais porter horizontalement par deux Bras de verre verniſſé, ſur leſquelles elles repoſent par leur bord; & ces Bras eux-mêmes ſont portés par un Pied iſolant. Au-deſſus de ce Pied, s'élève une Tige ſur laquelle tourne un autre Bras de verre, dont l'extrémité porte le *Corps conducteur* par lequel j'électriſe la Lame non-conductrice: ce Bras peut auſſi s'allonger ou s'accourcir; & par ces deux mouvemens, il porte le *Corps conducteur* ſur telle partie de la *Lame* qu'on veut. Enfin il eſt ſuſpendu à la manière des Marteaux de Martinets; de ſorte qu'on peut enlever le

Corps conducteur ſans *toucher* celui-ci. Un autre Pied iſolant porte un *Corps conducteur* ſemblable à celui-là, au bout d'un autre *Bras* pareil; avec cette différence, qu'un Contre-poids le fait porter contre la face inférieure de la *Lame*, au lieu que l'autre y repoſe naturellement par ſon poids; & dans la plupart des Expériences, ces deux *Corps* ſont appliqués enſemble à la *Lame*, à l'oppoſite l'un de l'autre. Enfin, un troiſième Pied, mais *conducteur*, porte un Bras mobile, par lequel je puis établir une Communication conductrice du *Corps* inférieur avec le Sol, & l'enlever quand il eſt beſoin.

498. Les deux *Corps conducteurs* dont je viens de parler, peuvent être de formes différentes; ſeulement ils doivent avoir aſſez de hauteur, pour que le Bouton d'une *Bouteille de Leyde*, qui ſert à les électriſer, ne s'approche pas trop de la *Lame*: je les ai employés d'environ $1\frac{1}{2}$ pouce. Quant à leur Baſe, par laquelle ils repoſent ſur la Lame non-conductrice, les effets de ſes diverſes Formes ſont un des objets des Expériences: voici les principales que j'ai employées. 1°, De ſimples *Pointes*, portant à l'autre extrémité une petite boule pour exciter l'Etincelle. 2°, De ſimples *Lames droites*, ayant auſſi une petite boule dans le haut. 3°, Des *Lames droi-*

tes parallèles à peu de diſtance l'une de l'autre. 4°, Des *Lames circulaires.* 5°, Des Corps à baſe plate. J'ai ſuivi avec ces cinq différentes formes de *Corps conducteurs* par paires, toutes les variétés des Expériences que je vais décrire. A quoi j'ajouterai ſeulement ici, comme M. LICHTENBERG avoit déjà remarqué ; que de toutes ces *Figures*, les plus intéreſſantes pour leur beauté, ſont celles que produit l'Electriſation *poſitive*, faite par la baſe d'un Tube d'environ un pouce de diamètre. Il y a des *Etincelles d'ordre* plus riches que celles-là, mais il y en a peu de plus belles.

499. Ces *Corps conducteurs* par paires, montés de la manière que j'ai décrite, remplacent les *Armures* mobiles d'un *Tableau*, & font des *Charges* & *Décharges* ſur la Lame *non-conductrice.* On peut donc y varier les Expériences de la même manière, & il le faut néceſſairement pour comprendre le ſens des *Figures.* Ce ſont les changemens qu'elles éprouvent dans les différentes manières d'opérer, qui manifeſtent les Cauſes des variations qu'on y remarque, & qui conduiſent ainſi à une Théorie de ces *Figures.* Voici huit premières variations dans les Expériences, que j'ai ſuivies avec les cinq Corps ci-deſſus, & par chacune deſquelles j'ai

eu des différences caractéristiques dans les *Figures* tant *positives* que *négatives* (car elles se forment toujours par couples des deux espèces); ce qui produit quatre-vingt *Figures* distinctes, je ne dis pas pour les *Formes*, mais pour les *Caractères*. *Prem. Exp.* Les deux *Corps conducteurs* étant placés à l'opposite l'un de l'autre, donner une *Etincelle* à celui de dessus, puis l'enlever en le *touchant*, pour le faire communiquer avec le Sol avant qu'il abandonne la *Lame*. *Sec. Exp.* Comme la précédente, mais en enlevant le *Corps* de dessus par son bras *isolant*. *Troif. Exp.* Oter la Communication au Sol du *Corps* de dessous, avant que d'enlever celui de dessus, & *toucher* celui-ci en l'enlevant. *Quatr. Exp.* Comme la précédente, mais en enlevant le *Corps* de dessus par son Bras de verre. *Cinq. Exp.* Oter la Communication au Sol du *Corps* de dessous, avant que de donner l'*Etincelle*, & *toucher* le *Corps* de dessus en l'enlevant. *Six. Exp.* Comme la précédente, en enlevant le *Corps* de dessus par son Bras de verre. *Sept. Exp.* Donner l'*Etincelle* au *Corps* de dessus, sans qu'il y ait rien au-dessous, & enlever ce *Corps* en le touchant. *Huit. Exp.* La même que la précédente, en enlevant le *Corps* par son bras de verre. Après chacune de ces Expériences avec les divers Corps, il faut *pou-*

drer la Lame *non-conductrice* dessus & dessous, & étudier les différences caractéristiques des *Figures*. Il y a quelquefois des différences accidentelles, provenant principalement du plus ou moins d'exactitude dans le contact des Corps avec la *Lame*, ou dans leur opposition; & pour éviter de les confondre avec les différences caractéristiques, j'ai fait mes Lames de six pouces en quarré; ce qui me permet d'y répéter les mêmes opérations en différentes places, avant que de *poudrer*, & de comparer ainsi les *Figures*. Cette grandeur des *Lames* me permet aussi de faire à la fois plusieurs opérations d'espèces différentes, pour les comparer plus immédiatement: ce que je fais toujours d'ailleurs, en conservant les variétés des *Figures* sur des *Lames* différentes, jusqu'à ce que j'en aie observé tous les caractères comparatifs.

500. J'ai varié encore ces Expériences de deux manières qui les embrassent toutes. La première consiste, à *poudrer* le dessus de la *Lame* d'abord après avoir donné l'*Etincelle*, pour observer les changemens que son premier arrangement subit, par les différentes façons d'enlever les deux *Corps*, & suivant les différentes formes de ceux ci. Cette manière d'opérer, est une de celles qui m'a le plus aidé à décou-

vrir les diverſes Modifications qu'éprouve la Lame. Le ſecond changement conſiſte, à *poudrer* la *Lame* avant que de donner l'Etincelle; pour examiner les Mouvemens de la *Pouſſière* quand l'*Etincelle* part, & ceux qu'elle ſubit de nouveau lorſqu'on enlève les Corps. Mais ces deux manières de *poudrer*, ne peuvent s'exécuter qu'à la Face ſupérieure; & juſques-là on ne voit que les Modifications des *Figures poſitives*. Pour obſerver donc auſſi celles des *Figures négatives*, voici deux méthodes différentes, qui reviendroient au même s'il s'agiſſoit de la Charge du *Tableau*, mais qui produiſent des différences caractériſtiques dans les *Figures*. L'une eſt, d'agir ſur le Corps de deſſus, avec la *Bouteille* chargée par le *Frottoir* de la Machine; ou avec l'Armure extérieure de la *Bouteille*, priſe par ſon Bouton ſur un Guéridon iſolant: l'autre de faire communiquer le *Corps* de deſſus avec le Sol, & de donner l'*Etincelle* au Corps de deſſous.

501. On conçoit combien le champ de ces Expériences s'agrandit, par ces changemens, dont chacun embraſſe tant d'autres variétés dans les Expériences. Cependant j'ai parcouru nombre de fois tout ce champ, & même avec plus de variété encore que je n'en exprime ici, pour débrouiller certains caractères des *Figures*; & malgré

gré cela je ne fuis pas arrivé à les entendre tous. Mais à force de les étudier, j'en ai faifi au moins la Marche générale, & par elle celle des Caufes. J'y ai trouvé des confirmations évidentes du Syftême que j'avois formé dès l'entrée d'après la Théorie de M. VOLTA, & découvert des Loix que je n'aurois pu appercevoir par aucune autre route. Ce font ces Objets généraux feuls que j'expliquerai ici.

502. J'ai dit d'entrée, que les *Corps conducteurs* employés dans ces Expériences, fervent à *charger* & *décharger* la Lame *non-conductrice*; & qu'en cela ils reffemblent aux *Armures* mobiles du *Tableau*; mais les *Figures* dont il s'agit, proviennent d'une Caufe prefque entièrement étrangère aux Modifications que j'ai fuivies ci-devant dans ce dernier Appareil; & le Phénomène analogue à ces dernières Modifications, ne fait que la plus petite partie des Caractères des *Figures*. Dans le *Tableau*, nous ne confidérons que celles des parties de la Lame *non-conductrice* qui font couvertes par les *Armures* : or les parties analogues à celles-là dans les Expériences fur les *Figures*, qui font abfolument infenfibles quand l'*Etincelle* eft donnée par une *Pointe*, le font toujours très-foiblement, à caufe du peu d'étendue de la bafe des petits Corps : de forte

que la majeure partie de ce qui regarde l'ensemble des *Figures*, n'eft analogue qu'à une petite partie des Modifications du *Tableau*, dont je n'ai pas parlé encore, favoir, ce qui fe paffe autour des *Armures*; c'eft ce que je vais expliquer, en expofant d'abord une des *Loix* générales de ces Phénomènes.

503. Nous fommes affurés, que par-tout où la *Pouffière de réfine* s'attache, l'état de la *Lame* eft *pofitif*, & qu'au contraire toutes les parties qui n'en reçoivent point font *négatives*. Mais ces fymptômes n'indiquent pas uniquement l'état de la Surface poudrée; parce que l'*Etincelle* ne l'a pas modifiée elle feule, & que les deux Surfaces de la *Lame* font fi voifines l'une de l'autre, qu'elles agiffent toujours en commun fur la *Pouffière*: de forte que celle-ci eft déterminée par la *fomme* des deux états, modifiée par la différence de diftance des Surfaces. Ce n'eft donc pas fur les parties d'une Surface *non-conductrice* qui fe trouvent poffeder le plus de *Matière électrique* que la *Pouffière* s'attache avec le plus d'abondance; mais fur celles où l'accumulation qui s'en eft faite, fe trouve le moins compenfée par une privation du côté oppofé. Certains Caractères des *Figures* m'ayant fait foupçonner cette

Loi, je fis une *Lame* de Cire noire aſſez grande pour ſervir de *Tableau magique*; & après l'avoir *chargée*, je la poudrai des deux côtés. Les parties couvertes par les *Armures*, ne préſentèrent qu'un *Nuage* confus, parſemé de petites *Etoiles* du côté *poſitif*, & de petites taches comme des *Perles* du côté *négatif*. Les mêmes *Nuages* ſe manifeſtèrent, avec de ſimples changemens accidentels dans leurs formes, en poudrant après la *Décharge*; & ſeulemeut il ſe trouva quelques petites *Etoiles* au côté *négatif*, & quelques *Perles* au côté *poſitif*. Or ce ſont-là les mêmes apparences que j'avois remarquées dans les parties des *Figures* que les petits *Corps* avoient touchées, lorſque ces parties étoient aſſez étendues pour qu'on pût y obſerver quelque choſe de diſtinct. Les petites *Etoiles* marquent le lieu où un Filet de *Fluide électrique* s'eſt élancé ſur la *Lame*; c'eſt l'effet d'une *Aigrette*. Les petites *Perles* marquent des points vers leſquels le *Fluide* propre de la *Lame* s'eſt porté, à cauſe d'un contact plus intime du Corps *conducteur*; & ainſi elles ſont analogues aux *Points lumineux*. Les places occupées par les petits *Corps* ſur la *Lame*, ſur-tout quand il s'agit de *Corps* pointus ou minces, ne forment qu'une très-petite partie des *Figures*; ce ſont proprement les Points auxquels elles ſe rapportent, ou qui déterminent

l'espace sur lequel elles se formeront : & il en est de même des places occupées par les *Armures* sur le *Tableau magique :* c'est autour d'elles que se forment les *Figures*, & elles y suivent toutes les *Loix* dont je vais parler maintenant.

504. C'est d'abord à la Faculté *non-conductrice* des *Lames* que nous devons ces *Figures* ; puisque c'est par elle que la *Matière électrique* y prend des arrangemens durables : celle qui arrive au contact de quelque partie de la Surface, s'y trouve fixée ; & si au contraire la *Lame* perd quelque part de sa *Matière électrique* propre, les parties voisines, ni l'Air, ne peuvent remplacer cette perte que fort lentement. Aussi la *Poussière* forme-t-elle encore des *Figures* très-nettes, plusieurs heures après les opérations ; & elle en forme nombre de fois de suite par une même opération, quand on l'enlève légèrement. Ces *Figures*, par toutes leurs variétés dépendantes de circonstances déterminées, confirment donc à l'œil, ce que j'ai établi ci-devant à l'égard de la Faculté *non-conductrice :* & nous y suivons aussi à l'œil, les Effets des Propriétés du *Fluide électrique* lui-même ; puisque ce sont ces Propriétés qui produisent les accumulations & les privations de *Matière électrique* que la *Poussière* nous fait appercevoir. C'est ce que je vais

expliquer, en décrivant d'abord les Caractères généraux des *Figures*.

505. Le premier de ces Caractères; puisqu'il embrasse les Figures *positives* comme les Figures *négatives*; consiste, dans des Bandes *négatives* bordées de Bandes *positives*, plus ou moins nombreuses suivant l'Espèce des *Figures*, & qui suivent les contours des places que les *Corps* ont occupées sur la *Lame*. Quand on considère ces Bandes, on juge qu'elles sont produites sur un Fond négatif, bordé d'une Bande *positive* vague; & que ce Fond a été entrecoupé par des causes postérieures à sa formation. Il se trouve en effet divisé en diverses Bandes parallèles *positives* & *négatives*, qui suivent les contours de la base du *Corps*, & qui par conséquent sont concentriques quand ce *Corps* est pointu ou à base circulaire: je ne supposerai que de tels *Corps*. Le Fond *négatif* sur lequel se forment ces Zones, toujours bordé d'un Nuage *positif*, est la première modification qu'éprouve la *Lame* à l'approche du *Bouton* de la *Bouteille*: elle est produite par l'action du *Fluide déférent* sur la *Matière électrique* propre de la *Lame*, qui la fait glisser, tant à la Surface supérieure qu'à la Surface inférieure; & celle qui se trouve ainsi déplacée, s'accumule sur le bord de l'espace où

s'exerce l'action du *Fluide déférent*. On apperçoit cet effet & tous ses degrés, en présentant simplement le *Bouton* à la *Lame*, & la poudrant après qu'il est retiré : car alors on n'a qu'une Tache *noirâtre*, & ainsi *négative*, bordée d'un Nuage *positif*. Mais si les deux *Corps* ont été placés sur la Lame, & qu'on ait approché le *Bouton* du *Corps* de dessus sans donner l'*Etincelle*, le Fond *noir* se trouve déjà entrecoupé; & voici les détails de cette seconde espèce de *Figures*. 1°. Il s'est formé une petite *Frange positive* autour de la Base du *Corps*, provenant du *Fluide électrique* propre du *Corps*, qui, ayant reçu plus de force expansive par le *Fluide déférent* du *Bouton*, s'est étendu en rayons sur la *Lame*. 2°. Ce *Fluide*, en partant de la Base du *Corps*, a augmenté l'état *négatif* de la *Lame* autour de lui, & a formé ainsi une première petite Zone plus *négative* que le Fond, bordée à l'extérieur d'une petite Zone *positive* par l'accumulation de la *Matière électrique* qui a glissé sur la *Lame*. 3°. La *Matière électrique* qui forme la *Frange* à la Surface supérieure, agissant sur la *Poussière* à l'autre côté de la *Lame*, y produit une Zone nuageuse *positive* opposée à cette *Frange*. 4°. L'action du *Fluide déférent* de la *Frange*, a fait passer du *Fluide électrique* dans le *Corps* de dessous, aux dépens des parties voisines de la

Lame; & par-là il s'est formé un cercle *négatif* autour de la place du Corps. Tous ces Symptômes s'agrandissent, & de nouvelles coupures se forment dans le premier Fond *négatif*, à mesure que le *Bouton* s'approche; tant par sa plus grande proximité, que parce qu'il se charge de plus en plus. L'*Etincelle* partant ensuite, donne lieu à de nouvelles coupures. Enfin, les différentes manières d'enlever les Corps après que l'Etincelle a été donnée, produisent un nouvel ordre de *Coupures*, portant certains Caractères distinctifs, où se trouvent les seules difficultés que j'aie rencontrées dans les explications de détail, & pour lesquelles j'ai tellement varié les Expériences. Ainsi ce premier Caractère général des *Figures électriques*; savoir, des *Zones* alternativement *positives* & *négatives* qui accompagnent les *Figures* tant *positives* que *négatives*; a pour première Cause, le déplacement de la *Matière électrique* propre de la Lame, produit par l'*Influence* du *Fluide électrique* étranger; à quoi se joignent, suivant les circonstances, de nouveaux déplacemens, tant de cette *Matière électrique* appartenant déjà à la *Lame* au commencement de l'Expérience, que de celle qu'elle reçoit par l'Etincelle.

506. Les Caractères qui distinguent les Figu-

res *positives* des Figures *négatives* consistent principalement, en ce que ces dernières ne sont dues, dans la plupart des cas, qu'aux déplacemens de la *Matière électrique* propre de la *Lame*, qui se font par Zones concentriques; au lieu que les Figures *positives* portent l'empreinte du nouveau *Fluide* arrivé à la *Lame*. Quand le *Corps* de dessus a reçu l'*Etincelle*, le nouveau *Fluide électrique*, que ce *Corps* ne peut pas tout contenir, suivant sa tendance au mouvement en *ligne droite*, se divise en *Filets* à sa sortie & se répand sur la *Lame*. La première quantité qui y arrive, y imprime tous ses Filets par le dépôt de sa *Matière électrique*; & lorsque cette partie de la *Lame* est poudrée, elle présente à l'œil une *Frange*, aussi épaisse & à fils aussi entrelacés, que les *Effilés* dont on borde les Manchettes de deuil. Quand la *Lame* est assez chargée de ces premiers *Filets*, elle résiste à en recevoir davantage; & alors le *Fluide électrique* qui s'accumule dans la Base du *Corps*, résistant à celui qui succède, le fait jaillir par faisceaux, qui partent du *Corps* à une certaine hauteur & vont s'attacher à la *Lame*; commençant à la toucher à quelque distance du Corps, & s'étendant de là en *Rayons*, à la manière dont on représente le Soleil. Ce sont ces deux espèces de *Filets*, avec toutes les modifications *concentriques* qu'é-

prouveleur Fond & qu'ilspeuvent éprouver eux-mêmes, qui font la beauté des Figures *positives*, & constituent leur Caractère distinctif.

507. A la chûte de cette espèce d'*Aigrette* sur la Lame *non-conductrice*, le *Fond* primitif des *Figures*, tant de dessus que de dessous, éprouve diverses Modifications, dont voici les plus générales. 1°. La *Frange*, devenue plus épaisse, étend son *influence* plus loin sur ce Fond primitif, & élargit ainsi, tant la Zone *négative* qui la borde, que la Zone *positive* qui termine celle-ci à l'extérieur. 2°. Le même effet a lieu au dessous à l'égard du *Fond*; & le Nuage *positif*, produit par l'action de la *Frange* de dessus au travers de la *Lame*, devient plus étendu & plus blanc. 3°. Par-tout où les Filets de la seconde classe (ceux qui ont été lancés par le *Corps* à quelque hauteur au dessus de la Base) ont rasé la *Frange* sans la toucher, leur passage est indiqué par des traits *noirs* sur la *Frange*; parce que le *Fluide déférent* de ces *Filets* a déplacé la Matière *électrique* au dessous d'eux : mais lorsqu'ils ont touché la *Frange*, ils l'ont épaissie. On distingue, par leur prolongation hors de la *Frange*, les *Filets* individuels qui ont produit ces deux effets contraires sur elle. 4°. C'est au-delà de la *Frange*, que se fait la plus grande

chûte de cette seconde classe de *Filets*; & ils s'y étendent par grouppes en s'y ramifiant de la manière la plus élégante. Ces longs *Filets* sont souvent entrecoupés, mais on ne laisse pas d'appercevoir leur trace sur la *Lame*; car par-tout où ils ne l'ont pas touchée, ils ont *déplacé* la *Matière électrique* au dessous d'eux; par où les traits qui marquent leur route sont alternativement *blancs* & *noirs*. 5°. Ces *Filets* forment donc comme des *Ricochets* sur la *Lame*; & ces *Ricochets* s'étendent quelquefois fort loin : j'en ai retracé a plusieurs pouces de distance, qui avoient fait tout ce trajet sans toucher la *Lame*. Ces extrémités de *Filets*, qui viennent encore déposer de la *Matière électrique* au-delà des confins de la *Figure* ordinaire, sont ordinairement fourchées; se divisant en deux ou trois petites branches au point de chûte. J'ai vu même de ces branches qui avoient fait de nouveaux *Ricochets*, quand l'Etincelle avoit été très-forte ou réitérée. 6°. Tous les Traits *blancs* sont bordés de *noir*, puis de *blanc* foible à l'extérieur; & tous les Traits *noirs*, formés par le passage du *Filet* sans toucher la Lame, sont bordés de *blanc* foible; ce qui marque de nouveaux *déplacemens* de la *Matière électrique* sur le *Fond négatif* primordial. 7°. Cette Pluie de *Fluide électrique* à la Sur-

face supérieure de la *Lame*, occasionne aussi de nouveaux déplacemens de la *Matière électrique* à la Surface opposée ; d'où résultent de nouveaux champs *noirs* bordés de Nuages *blancs*, le tout foible néanmoins & modifié par diverses circonstances ; & dans ces nouveaux Champs on apperçoit des *Nuages*, qui sont l'effet de l'action *positive* des masses de *Filets* de dessus, exercée au travers de la *Lame*.

8°. Enfin, si les *Corps* conducteurs qu'on emploie, sont des Lames circulaires ou parallèles ; les mêmes Effets sont produits entr'elles sur la *Lame non-conductrice*, avec des Modifications très-intéressantes, mais trop compliquées par l'Influence de ces Lames, pour que j'entreprenne d'en donner une idée détaillée. Je dirai donc seulement ; que tous les *Filets* de *Fluide électrique* qui partent d'une Lame vers l'autre, se recourbent dans leur route, se divisent, & s'épaississent à leurs extrémités ; ce qui forme des ramifications *feuillées :* & que très-fréquemment, ces jolis Rameaux sont *noirs*, au lieu d'être *blancs* ; par où l'existence instantanée des *Filets* n'est indiquée que par des découpures qu'ils ont faites à la *Frange* intérieure en y déplaçant la *Matière électrique*. Tous les traits *blancs* de ces *Feuillages* sont aussi bordés de *noir*, par ces mêmes *déplacemens*.

508. Ces premiers effets de l'*Etincelle* sur la *Lame*, n'éprouvent que peu de changement quand on enlève le *Corps* de dessus par son bras de verre; parce qu'on ne change pas essentiellement l'état de la *Lame:* mais si on *touche* ce Corps avant que de l'enlever, le milieu des *Figures*, tant dessus que dessous, à environ demi-pouce de distance des deux *Corps*, éprouve des changemens très-singuliers. C'est pour tâcher d'en entendre tous les Caractères, que j'ai si fort varié les Expériences; & voici ce que j'ai remarqué en général. *Toucher* le *Corps* de dessus, tandis que celui de dessous communique encore avec le Sol, c'est faire la *décharge* simple des parties de la *Lame* auxquelles les Corps s'appliquent immédiatement; & en conséquence le Doigt reçoit une petite Etincelle. Mais ces parties, comme je l'ai dit, sont peu sensibles dans les *Figures*; & les différences qu'on y apperçoit après la décharge, proviennent de la part qu'ont à celle-ci les parties de la *Lame* qui environnent ces Corps. Au-dessus, le *Fluide électrique* de cette partie de la *Lame*, se porte vers le *Corps* qu'on *touche*; au dessous, le *Fluide* qui vient alors du Sol dans le *Corps*, influe sur les parties environnantes de la *Lame*. Par-là se forment deux différentes espèces de *Galons figurés*, qui occu-

pent le milieu des deux *Figures*, autour des places où ſe trouvoient les *Corps*. Ce ſont des *Feuillages blancs* ſur un fond *noir*, ou des *Feuillages noirs*, avec des *nervures blanches* ſur un fond *blanc*; & ce qu'il y a de plus ſingulier, c'eſt que différentes parties d'une même Zone ont ſouvent les deux caractères. La Zone *galonnée* du côté *négatif*, diffère de celle du côté *poſitif*; mais il eſt preſque impoſſible d'expliquer leurs différences ſans Figures; & je n'ai pu me rendre raiſon de toutes leurs Cauſes, quoiqu'en *poudrant* la *Lame* avant que de placer les Corps, ou de les enlever, tantôt ſur la Figure *poſitive*, tantôt ſur la Figure *négative*, j'aie vu les différens Mouvemens de la *Pouſſière*, par différentes manières d'enlever les Corps, lorſque ces *Feuillages* ſe formoient. Je me propoſois de repaſſer toutes ces Expériences avec plus de variété encore, pour tâcher de ſaiſir la marche du *Fluide électrique* dans tous ces changemens; mais en attendant que cela s'exécute, on voit au moins; qu'il n'y a ici de difficulté que ſur les effets de quelque Circonſtance particulière que je n'ai pu encore ſaiſir, & que ces difficultés ne font rien à la certitude des Loix générales que j'ai indiquées.

509. Toutes les Modifications des *Lames* dont je viens de parler, ont lieu ſur le *Tableau*

Magique autour de ſes *Armures*, tant du côté *négatif* que du côté *poſitif*, lorſqu'on le charge juſqu'au pétillement : les *Figures* qui en réſultent ne diffèrent de celles dont il a été queſtion juſqu'ici, que pour la grandeur de l'eſpace autour duquel elles ſe forment ; & lorſqu'on enlève les *Armures*, ſelon les différentes manières que j'ai indiquées à l'égard des petits Corps conducteurs, ces *Figures* éprouvent auſſi des *coupures*, qui procèdent des mêmes cauſes. Mais ce qu'il y a de plus intéreſſant à obſerver ſur ces bords du *Tableau*, ce ſont les impreſſions qu'y laiſſent les *décharges ſpontanées* ; j'y ai vu quelquefois une *radiation* vraiment étonnante, compoſée de Filets *blancs*, auſſi droits & auſſi ſerrés que les dents d'un peigne très-fin, partant à angle droit de part & d'autre de la route tenue par l'*Etincelle*, & traverſant un large champ *négatif*, produit par l'*Influence* du Courant. C'eſt-là un des Phénomènes de cette Claſſe que je me propoſois d'étudier avec le plus de ſoin, à cauſe de cette *radiation* latérale, à *angle droit* d'un Courant ſi rapide.

510. Ce que je viens d'expoſer à l'égard des *Figures* tracées par la *Pouſſière de Réſine* ſur les Lames *non-conductrices* électriſées, confirme *à l'œil* tout ce que j'ai dit ci-devant, ſur la Faculté

non-conductrice, ſur les Modifications du *Fluide électrique*, & ſur la Cauſe des *Mouvemens* qu'il produit. Les Subſtances *non-conductrices* retiennent fortement la *Matière électrique* qui arrive à leur contact, elles la fixent aux points même qu'elle touche, & tous les déplacemens qu'elle y éprouve par des cauſes étrangères ſont durables: c'eſt de là que viennent & les *Figures* elles-mêmes & leur durée. La *Matière électrique* ne tend vers ces Subſtances que de fort près: c'eſt ce qu'on voit par les interruptions des Filets *poſitifs*; car il en réſulte, que le petit courant du *Fluide électrique* a pu paſſer très-près de la *Lame*, ſans ſe porter contr'elle. Mais le *Fluide déférent* tend vers les Subſtances *non-conductrices* comme vers toute autre Subſtance, & il y déplace auſſi la *Matière électrique*: c'eſt ce que prouvent les bordures *poſitives* des parties *négatives* des *Figures*, ainſi que toutes les circonſtances qui accompagnent la formation de ces dernières. C'eſt à la *Matière électrique* ſeule que ſe rapportent les *Mouvemens électriques*: on le voit par la tendance de la *Pouſſière de Réſine*, devenue *négative*, vers toutes les parties des *Lames* où la *Matière électrique* a été accumulée. Enfin, dès que le *Fluide électrique* eſt libre, il ſe meut en *ligne droite*: c'eſt ce que prouve la direction *rayonnante* des traits extérieurs des *Figures poſi-*

tives. Toutes les Modifications des *Figures* s'expliquent par ces Principes généraux ; & il n'y a de difficulté à leur égard, que dans la découverte des circonſtances efficientes de certains cas particuliers.

511. La première des Propoſitions précédentes ; celle qui regarde la Faculté des Subſtances *non-conductrices* de retenir la *Matière électrique* ; peut encore ſe démontrer à l'œil par ces *Figures*, dans la comparaiſon des Phénomènes de Subſtances connues pour différer dans le degré de leur Faculté *non-conductrice*. Le *Verre* ne poſſédant pas cette Faculté au même degré que la *Cire d'Eſpagne*, il étoit intéreſſant de produire des *Figures* ſur le premier, pour obſerver leurs Caractères comparativement à ceux que j'ai indiqués juſqu'ici ; & dans ce deſſein, je préparai des *Lames* de *Verre*, dont un côté étoit couvert de *Cire noire* pour ſervir de fond aux *Figures*, & l'autre étoit, ou entièrement découvert, ou entrecoupé de *Cire* par bandes concentriques. Par les premières de ces *Lames*, je pouvois avoir toute une *Figure*, ſoit *poſitive*, ſoit *négative*, faite ſur le *Verre* ; par les autres, les mêmes *Figures* ſe traçoient, partie ſur le *Verre*, partie ſur la *Cire*. Lorſque ces *Lames* étoient *poudrées* immédiatement après l'opération, les *Figures* différoient

différoient peu entre le *Verre* & la *Cire:* mais plus je tardois à *poudrer*, plus elles devenoient vagues ſur le *Verre*, & enfin elles n'y formoient que des Nuages confus.

512. Cette Claſſe d'Expériences peut devenir utile, en obſervant les tems de la diſſipation des *Figures* ſur diverſes Subſtances, & la manière dont cette diſſipation s'opère par divers états de l'Air. J'avois auſſi intention d'employer cette méthode, pour examiner les effets du *Frottement* entre les Subſtances différemment *non-conductrices*; comme par exemple, entre deux Lames de *Verre* un peu convexes, l'une nue du côté *frotté*, l'autre couverte de *Cire noire*; & entre l'une & l'autre, & de la *Soie noire*; eſpérant de trouver dans les *Figures* tracées enſuite ſur ces différens Corps par la Pouſſière de Réſine, des éclairciſſemens ſur l'idée que je me ſuis faite de la Cauſe de l'*Excitation* (§ 284); mais tout cela encore n'eſt qu'en *agenda.*

513. Enfin ces *Figures* ſervent à prouver l'exiſtence de la Cauſe à laquelle j'ai aſſigné ci-devant (§ 474) les *Oſcillations* de la Balle de l'*Electromètre* durant la *Charge* du *Tableau* ou de la *Bouteille de Leyde*; ſavoir, un paſſage intermittent du *Fluide électrique*, de l'*Armure* qui le

reçoit à la Surface *non-conductrice* qu'elle touche, & de la Surface opposée dans le Sol. Je dois à M. LICHTENBERG la connoissance du Phénomène par lequel ces *intermittences* se démontrent *à l'œil.* Si l'on pose une des Lames *non-conductrices* dont j'ai parlé, sur une Surface *conductrice* plane qui ait communication avec le Sol, qu'on y fasse passer le *Bouton* d'une Bouteille de Leyde comme pour y tracer un trait hardi, & qu'on la poudre; au lieu d'un simple *Trait*, on trouve une *Figure* très-ressemblante aux jeunes branches du *Mélaise*; c'est une suite de *Houpes* régulièrement espacées, partant de côté & d'autre de la trace du Bouton. Si la Bouteille a été *chargée* au *Frottoir* de la Machine électrique; au lieu de cette file de *Houpes*, on a une sorte de *Chapelet* à grains écartés. Plus le mouvement du *Bouton* a été rapide, plus il y a de distance entre les *Houpes* ou les *Grains.* Cette différence entre les deux espèces de *Figures*, procède des mêmes Causes qui produisent l'*Aigrette* ou le *Point lumineux* aux Conducteurs pointus, suivant qu'ils sont *positifs* ou *négatifs*; & les distances entre ces petites *Figures* successives, qui marquent des *effluences* ou *affluences* intermittentes, proviennent de la résistance des Surfaces *non-conductrices* à perdre ou à recevoir du *Fluide électrique:* résistance d'où résulte, qu'il

faut que les Modifications des *Armures* arrivent à un certain degré, pour produire de l'effet sur ces Surfaces; comme il faut que l'*Air* soit raréfié à un certain degré dans une Bouteille renversée, pour que l'*Air* extérieur traverse le *Liquide* qui s'écoule. Ainsi les espèces de *pulsations* qu'on apperçoit dans ces deux Phénomènes, proviennent des Causes analogues.

SECTION XIII.

Des différentes Facultés conductrices *des différens* VUIDES.

514. D'APRÈS tout ce que j'ai dit jusqu'ici du *Fluide électrique*, il me paroît évident; que cette *Vapeur* n'est point répandue dans les Espaces non occupés par d'autres Substances, comme le sont l'*Air*, les *Vapeurs aqueuses*, le *Feu*, & sans doute bien d'autres *Fluides subtils*; mais qu'elle appartient toujours à quelque Corps (y compris les Particules des *Fluides atmosphériques* grossiers), excepté dans les tems très-courts où elle s'élance d'un Corps, ou d'une Particule, à un autre, en suivant les Loix de ses Mouvemens. L'*Air*, considéré seul, est *non-conducteur* du *Fluide électrique*; ainsi il n'enlève & ne transmet ce

Fluide qu'au contact; c'est en venant successivement au contact des Corps *électrisés*, que ses Particules les ramènent à leur propre état. Quand l'*Air* est mêlé de *Vapeurs aqueuses*, les Corps perdent plus promptement leur *Electrisation*; parce que les Particules de ces *Vapeurs* sont *conductrices*, & qu'ainsi elles enlèvent & transmettent plus aisément le *Fluide électrique*, quand l'équilibre électrique des Corps qu'elles environnent est rompu.

515. Je soupçonne qu'un *Vuide* imparfait n'est *conducteur*, que parce que l'*Air* rare qui occupe l'espace, est mêlé de *Vapeurs aqueuses*; & voici les motifs de ce soupçon. Nous savons d'abord, par des Expériences de M. NAIRNE (*Tr. Phil. année* 1777), qu'il faut de très-grandes précautions dans la Pompe pneumatique, pour que le Fluide rare qui y reste, ne soit pas composé en majeure partie de *Vapeurs aqueuses*. Ces Expériences avoient pour but, de découvrir la Cause de la différence des Langages du *Manomètre* ordinaire & de celui de M. SMEATON, & elles prouvèrent; que le grand *Vuide* indiqué d'ordinaire par celui-ci, est une illusion produite par les *Vapeurs aqueuses*; celles-ci remplissant la *Poire* de ce *Manomètre* tandis qu'on fait le *Vuide*,

& se détruisant quand l'*Air* rentre dans le Récipient. Mais le *Manomètre* ordinaire montre l'existence de ces *Vapeurs* durant l'action de la Pompe; & la différence d'indication des deux *Manomètres*, fournit le rapport de leur quantité avec celle de l'*Air* dans le Fluide rare qui agit encore sur le *Manomètre* ordinaire. Or ce rapport fut toujours fort grand dans les Expériences de M. NAIRNE, quand il n'avoit employé aucun moyen artificiel pour détruire les *Vapeurs aqueuses* qui se détachent de toutes les parties de l'Appareil à mesure qu'on pompe l'*Air*. J'ai remarqué aussi, en faisant bouillir le Mercure dans un grand nombre de Baromètres, que ce qui rend cette opération la plus efficace pour l'uniformité de leur hauteur & de leur marche, est qu'on chasse par-là sûrement toute l'*Humidité* qui pouvoit être dans le Tube & à la surface du Mercure. Enfin, l'incertitude du succès des opérations par lesquelles on fait les Tubes & les Bouteilles qui transmettent le *Fluide électrique* d'une manière *lumineuse*, me paroît aussi tenir à la même Cause. Le même Verre ni le même degré de *Vuide*, ne suffisent pas, même à beaucoup près, pour produire les mêmes Phénomènes; & je crois que les différences très-grandes qu'on y observe, tiennent en partie à la *nature* même du Fluide rare qui s'y trouve renfermé.

516. Quoi qu'il en soit de cette conjecture, à laquelle je reviendrai, l'Expérience prouve; que le *Vuide toricellien* bien fait, celui qui nous fournit la plus grande absence de toute Substance sensible, cesse alors d'être *conducteur*. Je l'avois soupçonné depuis quelque tems, en ne voyant produire aucune *Lumière* à ceux de mes Baromètres dans lesquels j'avois fait bouillir le Mercure avec le plus de soin; & ce Fait fut démontré par une Expérience de M. WALSCH, à laquelle j'assistai, & qui fut publiée en 1774 par le Dr. PRIESTLEY dans la Sect. VIII. de la 2de Part. du 1er Vol. de ses *Expériences sur différentes sortes d'Airs.* L'Instrument étoit un grand Syphon de Verre, formant deux Baromètres qui avoient un *Vuide* commun. Ce Syphon ayant été d'abord rempli de Mercure à l'ordinaire, on vit passer le *Fluide électrique*, brillant d'une *lumière violette*, dans le grand Arc vuide d'*Air*, & l'on tira des Etincelles de la Cuvette du second Baromètre, isolée comme celle qu'on électrisoit: mais après que le Mercure eut bouilli dans le Syphon, l'Arc ne devint plus *lumineux* & le second Baromètre ne reçut plus de *Fluide électrique*. M. MORGAN a répété depuis la même Expérience, dans des Baromètres simples dont le sommet étoit garni de feuille d'étain. Ce Sommet se *chargeoit*, par du *Fluide*

électrique qui paffoit dans le *Vuide* fous une forme *lumineufe*, quand le Mercure n'avoit pas bouilli dans le Tube; mais il ne fe *chargeoit* plus quand le Mercure avoit bouilli. Ces Expériences, publiées dans les *Tranf. Phil.* de 1785, ont completté la démonftration de ce qu'on avoit déjà conclu de la précédente, favoir, que le *Fluide électrique* ne fe communique pas au travers d'un Efpacé vuide d'*Air.*

517. Cependant je dois faire mention ici d'une Circonftance de l'Expérience faite chez M. WALSCH, à laquelle le Dr. PRIESTLEY fait allufion fans la rapporter, & qui jetta du doute fur la Propofition précédente dans l'efprit de quelques Electriciens. Tandis que le *Vuide* du grand Syphon ne tranfmettoit point le *Fluide électrique*; fi l'on portoit le doigt au haut de la colonne électrifée, on voyoit paroître de la *Lumière* au deffus du Mercure: en continuant à élever le Doigt le long du Tube, cette *Lumière* s'étendoit; & lorfqu'on arrivoit vers le haut du Syphon, un Torrent *lumineux* fe précipitoit tout-à-coup dans l'autre branche. Alors le fecond Baromètre fe trouvoit *électrifé*, & l'Arc du Syphon continuoit à donner de la *Lumière* chaque fois qu'on tiroit des Etincelles de la feconde Cuvette. Si l'on ceffoit quelque tems d'*électrifer*, en

déchargeant en même tems les deux Cuvettes ; le *Vuide* étoit de nouveau *non-conducteur*, & il falloit renouveller la même opération du Doigt, pour faire passer le Torrent *lumineux* dans la seconde branche du Syphon. Tel est le Phénomène, sur la Cause duquel je ne hazarderai point de conjecture directe ; mais je crois pouvoir prouver par des Phénomènes analogues qui arrivent en plein *Air*, que celui-là appartient au *Verre*, & non à l'Espace vuide d'*Air*.

518. J'ai déjà fait mention du premier de ces Phénomènes, qui est très-fréquent dans la *Bouteille de Leyde* ; il est rare du moins, que celle que j'emploie d'ordinaire ne le produise pas lorsque je suis occupé de quelque Expérience qui a un peu de durée. Il s'agit d'une Lame de *Lumière violette*, qui se manifeste avec *sifflement*, comme le fait l'Eau forcée au travers de quelque ouverture dans un tuyau de Fontaine. Cette Lame, qui quelquefois a plusieurs pouces de largeur, étant vue dans l'obscurité, a toute l'apparence d'une *Nape d'Eau* coulant du bord d'un Bassin ; elle part de celui du Disque de Bois qui ferme la *Bouteille*, & se porte vers l'*Armure extérieure*. Je n'ai rien pu découvrir sur les Circonstances qui déterminent la formation de cette *Lame lumineuse*, quoique

j'y aie donné quelque attention ; mais voici du moins ce que j'ai obſervé pluſieurs fois, dans les Expériences directes que j'ai faites à ce ſujet. Après avoir vu ma *Bouteille* diſpoſée à produire ce Phénomène, je l'élevois ſur la Table de ma Machine électrique, de manière que ſon *Bouton* pût toucher celui d'un de mes *Electromètres* ; & je la *chargeois* lentement, en la faiſant communiquer avec le premier Conducteur. La Balle s'élevoit comme à l'ordinaire juſqu'à 28° ou 30° en oſcillant ; mais dès que le *ſifflement* ſe faiſoit entendre, elle s'abaiſſoit à 26° ou 27°, & reſtoit fixe. En ceſſant d'*électriſer*, déchargeant la Bouteille, & recommençant la charge, le même Phénomène ſe répétoit d'ordinaire pluſieurs fois : mais il arrivoit enfin, qu'au moment de la plus grande élévation de la Balle, la *décharge ſpontanée* ſe faiſoit, & la Balle retomboit au bas de l'Echelle. Voilà donc un premier exemple d'un Torrent *lumineux*, formé *en plein Air* le long d'une Surface *non-conductrice*.

519. Le ſecond exemple fut accidentel, & je ne le ſuivis pas avec beaucoup d'attention. J'avois préparé un *Support iſolant*, fait d'un gros Tube de *verre verniſſé* ſeulement à l'extérieur, pour un Conducteur métallique d'environ

deux pouces de diamètre & sept à huit pouces de long, dans lequel entroit le Tube de verre. Quand je voulus électriser ce Conducteur, le Support ne se trouva *isolant* que jusqu'à un certain point, au-delà duquel un *Courant lumineux* intermittent se manifestoit dans le Tube avec une sorte d'Explosion. J'appliquai un Electromètre au Cylindre métallique, pour déterminer le degré auquel il se trouvoit électrisé quand le Tube devenoit *lumineux*. La Balle de cet Electromètre s'élevoit jusqu'à environ 40°; puis elle retomboit fort bas, par une Explosion soudaine qui se faisoit dans le Tube, & elle se relevoit jusqu'à une nouvelle Explosion. Je ne songeai pas à observer, si en *touchant* le Tube à l'extérieur, les Explosions se feroient à un moindre degré d'Electrisation du Cylindre, ou s'il en résulteroit un *Courant lumineux* plus régulier: j'étois occupé d'autres Expériences, auxquelles ce Cylindre devoit servir; & comme je n'avois point apperçu de pareilles Explosions dans les Supports faits de Tubes *vernissés* à l'intérieur, je *vernissai* celui-là, qui devint *isolant*; & je renvoyai à un autre tems de chercher à produire le même Phénomène pour l'étudier avec plus d'attention. Je n'ai pas eu le loisir de tenter cette Expérience; mais j'ai vu à peu près le même Phénomène dans des Tubes de

Thermomètre, quand je n'avois pas ſucé du vernis à l'intérieur; ce qui m'a engagé à employer à leur place des Baguettes de verre ſolide; & l'on trouve dans le Mémoire de M. MORGAN cité ci-deſſus, que de très-longs tubes de Thermomètres, tranſmettent le *Fluide électrique* dans leur canal étroit ſous une forme *lumineuſe.*

520. Il paroît d'après ces Phénomènes, que le *Verre* peut agir dans quelques cas ſur le *Fluide électrique* de manière à le faire gliſſer à ſa Surface; & que cela arrive dans l'*Air* comme le *Vuide.* Il ne s'y meut pas comme ſur les *Conducteurs*; car il y devient *lumineux*, & il ceſſe d'y paſſer, quand le Conducteur qui le tranſmet s'eſt déchargé à un certain point. C'eſt donc vraiſemblablement à cette propriété du *Verre*, qu'eſt due une partie des Phénomènes *lumineux* du *Fluide électrique* dans les Vaſes de *verre* où l'on a raréfié l'*Air.* Quelques-uns de ces Phénomènes ont lieu ſans doute dans l'Eſpace même; & par exemple, ſi un *Conducteur* vient s'y terminer en *Pointe*, il n'eſt beſoin de l'intervention d'aucune Subſtance pour y tranſmettre le *Fluide électrique.* Si ce Fluide ne traverſe pas un *Vuide* bien fait, ce n'eſt pas qu'il *s'y refuſe*, c'eſt qu'il eſt retenu par les Subſtances conductrices qui aboutiſſent à cet eſpace. Si

donc le *Conducteur* qui y apporte le *Fluide électrique*, se termine en pointe, ou seulement s'il n'a pas une courbure assez grande, ce *Fluide* s'échappe dans le *Vuide* comme dans l'*Air*, & même avec plus de rapidité; & traversant l'Espace en Torrent *lumineux*, il va s'appliquer contre ses parois. Mais si les Conducteurs qui apportent le *Fluide électrique* dans un espace vuide d'*Air*, sont assez arrondis pour qu'il puisse continuer à y circuler; & que néanmoins ce *Fluide* s'y répande sous une forme *lumineuse*; les Expériences de MM. WALSCH & MORGAN (où le *Vuide* bien fait ne se trouva pas *Conducteur*), & celles de M. NAIRNE (qui nous montrent des *Vapeurs aqueuses* dans le *Vuide imparfait*) nous conduisent à penser; que dans ces cas, où le *Fluide électrique* abandonne des Conducteurs arrondis pour traverser l'*Air raréfié*, tandis qu'il y seroit resté en *plein Air*, ce sont des *Vapeurs aqueuses* qui le reçoivent; & qu'il devient alors *lumineux*, en s'élançant de Particule en Particule, comme il lui arrive en se mouvant le long d'une chaîne dont les chaînons sont interrompus. Mais une autre partie des Phénomènes *lumineux* du *Fluide électrique* dans les Vases de *verre* où l'on a raréfié l'*Air*, est due à la Surface même de ces Vases. L'absence de l'*Air* favorise ces Phénomènes, quand le Fluide

rare qui occupe les Vaſes, eſt en grande partie compoſé de *Vapeurs aqueuſes*; & lorſqu'ils ne ſe manifeſtent pas, on les fait paroître, en *touchant* la Surface extérieure du Vaſe, comme on le vit en particulier dans le Syphon de M. WALSCH. Quand on paſſe du *Vernis* ſur le *Verre*, on diminue ſa faculté de produire ces Phénomènes; cependant on ne la détruit pas; ou peut-être le *Vernis* lui-même la poſsède-t-il à un certain point; puiſque la partie non-armée & *verniſſée* de la *Bouteille de Leyde* ouvre un pareil paſſage au *Fluide électrique*, lorſque la différence d'état des deux *Armures* eſt arrivée à un certain degré.

521. Je ne prétends point avoir levé toutes les difficultés que préſentent ces Phénomènes; il faudra les ſuivre avec ſoin, pour en former une Théorie qui puiſſe les embraſſer tous: mais du moins ils ne contrediſent point, & ils confirment même à quelques égards, ce que tout le reſte des Phénomènes nous enſeigne relativement au *Fluide électrique*, ſavoir: « que ſon « expanſibilité eſt ſemblable à celle de la *Lu-* « *mière*; qu'ainſi il n'occupe point les Eſpaces « dépourvus d'autres Subſtances: qu'il les tra- « verſe rapidement en ligne droite quand il eſt « libre; mais qu'il ne l'eſt que dans les tems

« très-courts, où il s'élance, d'un corps, ou « d'une Particule de *Fluide conducteur*, à un « autre : qu'ainsi, tant qu'il demeure dans un « lieu, il n'y est que comme *parasite*, ou *satellite* des autres Substances qui occupent ce lieu; « c'est-à-dire, qu'il y est fixé sur les Substances « *non-conductrices*, ou circulant entre les Subs- « tances *conductrices*.

SECTION XIV.

Des Phénomènes où le Fluide électrique *se* décompose.

522. TANT que le *Fluide électrique* séjourne sur les Corps *non-conducteurs*, ou qu'il circule sans interruption entre les Corps *conducteurs*, on ne l'apperçoit que par les *Mouvemens* qu'il occasionne dans les Corps libres ; il ne produit ni *Chaleur*, ni *Clarté*, ni *Odeur*; & cependant tous ces Phénomènes ont lieu, lorsqu'il s'élance d'un Corps à un autre, ou qu'il s'échappe d'un Conducteur dont les courbures sont trop brusques. Dans ces deux cas le *Fluide électrique* éprouve une grande augmentation dans sa *densité* & dans son *mouvement*. On comprend d'abord combien il doit être *dense* dans les *Etincelles*, quand on considère par quel petit filet

ſe décharge le plus grand Conducteur: tout ſon *Fluide* ſe raſſemble au point ſur lequel le Corps voiſin a le plus d'influence; ſes Filets, qui viennent aboutir à ce point de toute part, s'entrechoquent & demeurent réunis, juſqu'à ce que leur Faiſceau ait atteint le point de l'autre Corps vers lequel ils tendent; & néanmoins, ſi la plus forte de ces *Etincelles* traverſe une carte, elle n'y fait qu'un très-petit trou. La vîteſſe du *Fluide électrique* eſt auſſi accélérée dans ces Courans; parce qu'au lieu des retardemens qu'il éprouvoit ſans ceſſe, par ſa tendance vers le Conducteur autour duquel il circuloit, dont la direction eſt toujours angulaire avec le mouvement propre du *Fluide*, ces deux mouvemens ont la même direction dans les *Etincelles*. Les *Aigrettes* auſſi ſont formées d'un Fluide très-*denſe* & très-*rapide*; puiſqu'elles ſont la réunion de tous les Filets qui viennent s'échapper à celui des points d'un Conducteur qui a le moins de pouvoir pour les fléchir. Dans ces deux cas donc, le *Fluide électrique* devient plus *denſe*, & ſe meut plus *rapidement*; & il ſubit alors la Modification commune aux *Fluides* de ſa Claſſe; c'eſt-à-dire, qu'une partie de ſes Particules ſe décompoſe, & que leurs Ingrédiens, devenus libres, ſe font appercevoir par les Phénomènes qui les diſtinguent.

523. Le premier des *Ingrédiens* primitifs du *Fluide électrique* que sa décomposition nous fait appercevoir, est la *Lumière*; & c'est à son apparition soudaine, qu'est due la grosseur apparente, tant des *Etincelles*, que des Filets des *Aigrettes*. En traitant des *Fluides atmosphériques* en général, j'ai exposé les raisons que j'ai de penser; que la *Lumière*, dont le Mouvement propre nous est connu, fait partie de tous ces *Fluides*, & que c'est à elle qu'est dû le Mouvement de leurs Particules. Mais elle n'entre dans la composition de la plupart des *Fluides* sensibles, qu'après s'être associée à quelqu'autre Substance, & avoir déjà formé un nouveau *Fluide*, distinct d'elle-même: c'est ainsi qu'elle a déjà formé le *Feu*, quand elle entre dans la composition des *Vapeurs aqueuses* & des différentes espèces d'*Airs*; & elle forme aussi une autre espèce de *Fluide déférent* immédiat, avant que de s'unir à la *Matière électrique*. Lors donc que le *Fluide électrique* devient *phosphorique* par sa décomposition, ce sont ses Ingrédiens immédiats eux-mêmes qui se décomposent; & la *Lumière* s'échappe alors du *Fluide déférent*, comme elle s'échappe, par la décomposition d'une certaine quantité de *Feu*, quand l'*Air inflammable* & l'*Air déphlogistiqué* se décomposent en commun.

524. Il

524. Il ſe manifeſte auſſi du *Feu* à la décompoſition du *Fluide électrique*, & cependant le *Feu* n'en eſt pas un Ingrédient *immédiat :* les Subſtances qui le compoſent immédiatement, ſont, le *Fluide déférent* & la *Matière électrique* ; & quoique leurs quantités proportionnelles changent ſans ceſſe, comme je l'ai montré par les Phénomènes, il n'en réſulte aucun changement dans la *Chaleur* ; ce qui prouve que ni l'une ni l'autre n'eſt le *Feu*. Puis donc qu'il paroît de nouveau *Feu* quand le *Fluide électrique* ſe décompoſe, il eſt probable que ce *Feu* eſt formé dans ce moment même, par la réunion d'une partie de la *Lumière*, ſoit avec une autre Subſtance qui appartient auſſi au *Fluide électrique*, ſoit avec quelque Subſtance étrangère affectée par cette décompoſition. Il ne me paroît pas impoſſible, par exemple ; que la *Matière du Feu* ne ſoit la Subſtance même qui, unie à la *Lumière*, produit le *Fluide déférent électrique* ; mais qu'elle n'y ſoit pas en aſſez grande quantité pour changer ſenſiblement la route de la *Lumiere*, quoiqu'elle lui ôte la Faculté de ſe faire appercevoir à nos yeux. Dans ce cas, une partie de la *Lumiere* s'échappant lorſque le *Fluide déférent* ſe décompoſe, le reſte acquerroit aſſez de *Matiere du Feu*, pour devenir *Feu*.

525. Une autre conjecture fur cette formation de *Feu* dans la décompofition du *Fluide électrique*, fe lieroit à l'explication de deux autres Phénomènes qui fe manifeftent alors, favoir, l'*Odeur phofphorique* & les Symptômes de *phlogiftication*, qui ont lieu quand l'*Etincelle électrique* traverfe certains *Airs*. Ces Phénomènes paroiffent avoir leur Caufe dans la *Matière électrique*; & cependant elle ne les produit point auffi long-tems qu'elle fait partie du *Fluide électrique*, quoiqu'elle foit fouvent comme *dépofée* par fon *Fluide déférent* : il faut donc qu'elle éprouve quelque changement quand le *Fluide électrique* fe décompofe. Or ne fe pourroit-il pas, que la *Lumière* entrât dans une nouvelle combinaifon avec quelque Ingrédient qui fait partie de la *Matière électrique*, d'où réfulteroit le *Feu*; & que privée de cet Ingrédient, elle produisît les Phénomènes dont je viens de parler? Suppofer que les Ingrédiens *immédiats* d'un *Fluide expanfible* font déjà des *Compofés*, n'a rien de contraire à la nature des chofes; car les Phénomènes y conduifent à l'égard de plufieurs *Airs*; & nous favons maintenant avec certitude, que l'*Eau*, dont l'union *immédiate* avec le *Feu* produit les *Vapeurs aqueufes*, eft un *Compofé*.

526. On pourroit imaginer plusieurs autres combinaisons, tant entre les Ingrédiens intimes du *Fluide électrique*, qu'entre ces Ingrédiens & d'autres Substances, pour expliquer en même tems, la formation du *Feu*, l'*Odeur phosphorique* & les *phlogistications*, produites par l'*Etincelle électrique*; mais le nombre même de ces conjectures possibles, prouve combien elles seroient encore hazardées : aussi ne donné-je que fort peu de poids à celles que je viens d'exprimer ; & mon seul but a été, de fixer l'attention des Physiciens sur ces Phénomènes du *Fluide électrique*, qui montrent des *décompositions* de ses Ingrédiens *immédiats*. Car il en résulte aussi, qu'ils doivent se *composer*; par où la *Formation* & la *Destruction* du *Fluide électrique* peuvent être rangées au nombre des Causes, cachées jusqu'ici pour nous, qui laissent encore tant d'obscurité sur tous les *Phénomènes météorologiques*.

Mm 2

CHAP. IV.

Considérations générales sur les Fluides expansibles *de la Classe des* Vapeurs.

527. Les *Phénomènes électriques* sont en eux-mêmes une branche assez importante de la Physique, pour mériter des recherches particulières & attentives. Toutefois quand je me suis livré à cette étude, j'avois des vues plus générales. J'avois cru appercevoir dans le *Fluide électrique* les caractères d'une *Vapeur subtile*; & cette idée s'étoit liée dans mon esprit, avec le besoin où nous sommes de découvrir de nouvelles Causes, pour expliquer certains Phénomènes, que l'Analogie rapporte à des *Affinités*, sans que nous connoissions encore toutes les Substances entre lesquelles elles s'exercent. L'ensemble des Phénomènes des *Vapeurs aqueuses* du *Feu* & du *Fluide électrique*, doit commencer ce me semble à nous faire comprendre; que nombre de Substances peuvent agir dans la Nature, sans nous être connues, & que c'est de-là principalement que procède l'obscurité dont tant de Phénomènes sont encore enveloppés à nos yeux: c'est sur quoi je m'arrêterai un moment.

528. Sans la diminution visible de l'*Eau* quand sa Surface est découverte & les Phénomènes hygroscopiques, nous ignorerions l'existence des *Vapeurs aqueuses* dans l'Atmosphère ; & même malgré tous ces Phénomènes, leur existence n'est pas encore admise. Cependant je crois pouvoir montrer ; que les Effets produits par ce *Fluide* dans son état imperceptible sont incomparablement plus grands, que les Symptômes immédiats de son existence : & si les raisons que je donnerai de mon opinion à cet égard sont trouvées solides, on comprendra ; que puisqu'un *Fluide* nouvellement admis, agit dans des cas qui n'étoient pas même soupçonnés, d'autres *Fluides* peuvent agir sans nous être connus : tellement que nous ne devons pas attendre que d'autres *Fluides* se manifestent par eux-mêmes, pour admettre leur existence quand les Phénomènes bien analysés nous en font appercevoir le besoin.

529. Sans la *Chaleur* encore, Effet que ne produit le *Feu* que lorsqu'il est libre, nous ignorerions son existence : & cependant, quelle variété d'Effets ne produit-il pas dans son état *latent* ! La *Chaleur* est un symptôme de la présence de ce *Fluide* comme *libre*, & de son degré de densité ; mais quand nous cherchons à le

suivre dans les Phénomènes, nous avons lieu de penser; que c'est lorsqu'il échappe à nos observations, qu'il joue les plus grands rôles dans la Nature. La *Lumière* encore, première source du *Feu*, est dans le même cas : sans l'impression qu'elle fait sur nos yeux, nous ignorerions le plus grand Agent immédiat de tous les Phénomènes terrestres. Voilà donc des Substances très-importantes aux Modifications de toutes celles qui sont grossièrement perceptibles, & qui cependant ne le sont pour nous, qu'avant qu'elles produisent leurs plus grands Effets, ou lorsqu'elles cessent de les produire; tellement même que plusieurs Physiciens ont douté de leur existence.

530. Enfin les *Mouvemens* occasionnés par le *Fluide électrique* lorsqu'il ne se trouve pas en équilibre entre les Corps, sont les seuls symptômes qui nous avertissent sûrement de son existence. Sans ces *Mouvemens*, les *Etincelles* & les *Aigrettes* ne nous feroient point connoître ce *Fluide*; nous les rapporterions confusément à quelques Modifications de la *Lumière* & du *Feu*. Et ici l'objet de ces Réflexions générales se présente sous une autre face. Nous sommes informés par l'ensemble des *Phénomènes électriques*, de l'existence d'un certain *Fluide*, ayant

certains Caractères, éprouvant certaines Modifications, répandu ſur toutes les Subſtances du Globe : & le *pourquoi* nous eſt encore entièrement inconnu ; nous ignorons ſes fonctions dans la Nature. Mais nous ignorons en même tems les Cauſes de tant de Phénomènes, que nous ne devons pas déſeſpérer de trouver un jour quels ſont ceux auxquels il ſe lie ; c'eſt-à-dire (à ce que je crois) comment il y influe par ſa *compoſition* & ſa *décompoſition*.

531. Il réſulte de ces Réflexions générales, que les *Fluides expanſibles* connus ont deux ſortes de *Propriétés* ; les unes qui les manifeſtent eux-mêmes à quelqu'un de nos Sens, les autres par leſquelles ils agiſſent imperceptiblement dans nombre de Phénomènes. Mais il n'eſt pas eſſentiel à l'exiſtence d'une Subſtance, ni à de très-grandes Actions de ſa part dans les Phénomènes, qu'étant libre elle ſe manifeſte à nos Sens. Ce qu'il y a d'eſſentiel dans la Nature, dès qu'on s'occupe de *Phyſique*, c'eſt que les *Phénomènes* aient des *Cauſes* ; & notre unique moyen d'en aſſigner de raiſonnables aux *Phénomènes* où nous ne les découvrons pas immédiatement, c'eſt l'*Analogie*. Lors donc que certains Phénomènes, dont les Cauſes nous échappent, ſont analogues à d'autres Phénomènes que

nous avons lieu d'attribuer à l'intervention de quelque *Subſtance*, nous ſommes naturellement conduits à admettre des *Subſtances* pour Cauſes de ces premiers Phénomènes ; & rien ne s'oppoſera à leur admiſſion, ſi elles expliquent ce qui ne s'expliqueroit pas ſans elles, & ſi rien d'ailleurs ne rend leur exiſtence abſurde.

532. Quand on s'occupe de l'objet général de l'Analogie en Phyſique, on ne peut s'empêcher de jetter un coup-d'œil ſur les *Phénomènes magnétiques*, que quelques Phyſiciens ont aſſimilés aux *Phénomènes électriques*, & que d'autres ſe contentent d'attribuer à des *Qualités occultes*, ſous le nom de *Propriétés* de l'Aimant & du Fer. M. VAN SWINDEN a démontré complettement contre les premiers ; qu'ils avoient beaucoup trop étendu cette aſſimilation, & qu'un grand nombre d'Analogies qu'ils avoient cru appercevoir entre les deux Claſſes de Phénomènes, n'étoient pas réelles. Si la voie de l'*Analogie* nous conduit dans la découverte des Cauſes, c'eſt par le plus grand ſcrupule dans la détermination des Circonſtances communes aux Phénomènes comparés. En expliquant trop, on n'explique rien, & l'on fait même perdre le fil des remarques qui pourroient avoir de la ſolidité. La plus petite *Analogie* bien établie, lie

ſans doute les Phénomènes entr'eux ; mais le lien ſe trouvera d'autant plus reculé, ou plus foible, que l'*Analogie* portera, ou ſur moins de parties, ou ſur des parties moins importantes des Phénomènes. En comparant les Phénomènes *magnétiques* aux Phénomènes *électriques*, nous y voyons des différences tranchées. Dans ces derniers nous connoiſſons avec certitude, l'exiſtence d'une certaine Subſtance qui en eſt la Cauſe immédiate ; nous n'avons point un tel guide dans les premiers. Dans les Phénomènes *électriques*, leur Cauſe affecte plus ou moins toutes les Subſtances ſenſibles ; dans les Phénomènes *magnétiques*, elle n'affecte que l'Aimant & le Fer. De plus la manière de mettre en jeu la Cauſe, ainſi que la durée de ſon Effet, diffèrent eſſentiellement dans les deux Claſſes de Phénomènes. Enfin les *directions* qu'affectent les Corps libres *aimantés*, ſont une circonſtance caractériſtique dans les Phénomènes de cette Claſſe, qui n'a rien d'analogue dans les Phénomènes *électriques*. Il paroît donc évident ; que ces Phénomènes ſont dûs à des cauſes immédiates très-différentes ; & que ſi, en quelques circonſtances, le *Fluide électrique* donne de la *polarité* au Fer, c'eſt par ſon action ſur une Cauſe différente de lui-même ; action qui peut être de même nature, que celle des Chocs ou du

Frottement. Cependant, malgré ces dissemblances, qui excluent sans doute toute idée, non-seulement d'identité des Causes, mais même de ressemblance dans leur nature, comme Substances appartenant à un même Genre, il y a une Analogie trop caractéristique entre ces Phénomènes, si différens d'ailleurs, pour qu'il n'y ait pas quelque Analogie entre leurs Causes. Cette Circonstance commune des deux Classes de Phénomènes, est la tendance des Corps modifiés *semblablement*, à *s'écarter* les uns des autres, & celle des Corps modifiés *dissemblablement*, à *s'approcher*. Or puisque dans les Phénomènes *électriques*, cette espèce caractéristique de *Mouvement* est évidemment due à la différence de quantité d'une certaine Substance dans les Corps, comparativement à l'état d'un certain *Milieu*; je suis porté à croire, qu'il en est de même dans les *Mouvemens magnétiques*; quoique, ni la *Substance*, ni le *Milieu*, ne soient les mêmes. L'hétérogénéité des deux *Substances* est prouvée, par toutes les différences des deux Classes de Phénomènes; & celle des *Milieux* se prouve, en ce que le *Vuide d'Air* change les *Mouvemens électriques* & ne change pas les *Mouvemens magnétiques*. Mais la Nature n'est pas bornée dans la variété des *Milieux* ni des autres *Substances*; & quoique les Pores du

Verre excluent l'*Air*, nous ſavons, par la *Lumière*, le *Feu* & le *Fluide déférent électrique*, qu'ils n'excluent pas tous les *Fluides expanſibles*.

533. Si nous venons maintenant à conſidérer les Phénomènes de *compoſition* & *décompoſition* des Subſtances, qui font la majeure partie des Phénomènes phyſiques, nous trouverons; qu'après avoir paſſé en revue une Claſſe aſſez bornée de ces Phénomènes, où les Subſtances *ajoutées* ou *ſouſtraites* par *Affinité* ſont clairement connues, nous arrivons par degré à des Claſſes, où ces Subſtances échappent de plus en plus à notre connoiſſance immédiate, quoique leur exiſtence ne ſoit pas miſe en doute, & qu'elles aient même reçu des Noms. Nous ſavons de plus aujourd'hui, que les *Affinités* s'exercent parmi les *Fluides expanſibles*, tout comme entre les *Solides* & les *Liquides*. Les Phénomènes de ces différentes Claſſes de Subſtances ſont même tellement entrelacés, qu'il faut le plus ſouvent chercher dans les *Fluides expanſibles* les Ingrédiens que reçoivent ou perdent les *Solides* & les *Liquides*. C'eſt donc principalement dans cette première Claſſe de Subſtances, que ſe cachent celles qui échappent à

notre obſervation immédiate, malgré leur grande influence dans les Phénomènes: quelquefois ſans doute elles diſparoiſſent, en entrant comme Ingrédiens inconnus dans les *Fluides* ſenſibles; mais probablement auſſi elles forment des *Fluides* imperceptibles par eux-mêmes, mêlés à ceux que nous appercevons.

534. Les *Fluides expanſibles* qui nous ſont connus, ſe diviſent en deux Claſſes générales: les uns réſiſtent à la *compreſſion*; les autres, par la foibleſſe de l'union de leur Ingrédiens, ſe détruiſent quand leur *denſité* arrive à un certain degré; & ces derniers ſemblent très-propres à devenir des *Intermèdes* dans les Modifications des *Fluides aériformes*. Nous en connoiſſons deux qui ſont très-ſubtils & néanmoins très-puiſſans, ſavoir, le *Feu* & le *Fluide déférent électrique*; & il y a lieu de penſer, que leurs *compoſitions* & *décompoſitions* ſe lient à beaucoup de Phénomènes dont les Cauſes nous ſont cachées juſqu'ici. De-là peuvent naître d'autres *Fluides* qui nous ſont encore inconnus; & de l'exiſtence même de ces premiers nous pouvons raiſonnablement conclure, qu'il en exiſte bien d'autres de leur Claſſe, puiſque tant d'Effets reſtent encore ſans Cauſes à nos yeux.

535. Je conclus donc de toutes ces Réflexions; que tant qu'il nous restera de grands Phénomènes à expliquer, sur-tout en Météorologie, nous ne devons point borner les Substances distinctes, au nombre de celles qui nous sont immédiatement connues; sur-tout dans la Classe des *Fluides expansibles*, dont nous commençons seulement à découvrir la grande importance dans les Phénomènes. L'*Atmosphère* est un Laboratoire chymique, aussi important pour les Phénomènes physiques de notre Globe, que l'est le sein de la Terre; & jusqu'à ce que nous ayons franchi par l'Entendement les barrières de nos Sens, en attribuant aux Effets vraiment analogues, des Causes de même Espèce ou de même Genre, nous ne verrons qu'une enveloppe grossière de la Nature, & les Phénomènes même les plus communs auront de l'obscurité à nos yeux. C'est ce que je me propose de faire voir par des exemples dans la dernière Partie de cet Ouvrage.



APPENDICE

A CE PREMIER VOLUME.

LA IIIe & dernière Partie de cet Ouvrage alloit ſous preſſe, lorſqu'un Voyage en Allemagne m'obligea d'en ſuſpendre l'impreſſion. Je profitai de cette circonſtance pour communiquer les deux premières Parties à quelques-uns de mes Amis, dont les remarques, jointes à quelques nouveaux Faits, auroient ſuffi pour me déterminer à faire un ſecond Volume, quand une autre circonſtance ne l'auroit pas rendu néceſſaire. Peu de jours avant mon départ, j'eus le plaiſir de recevoir de la part de M. DE SAUSSURE le Second Volume de ſes *Voyages dans les Alpes.* Je méditois des obſervations géologiques dans ce Voyage, & je ne pouvois y avoir un plus utile compagnon. Le Théâtre des obſervations de M. DE SAUSSURE m'eſt connu dès long-tems, ayant commencé à voyager dans les Alpes en l'année 1744, & viſité bien ſouvent depuis, tant cette chaîne que pluſieurs autres de ſa claſſe. Je dirai donc dès-à-préſent, que je

regarde cet Ouvrage de M. DE SAUSSURE comme un trésor de grands Faits & de remarques vraiment fondamentales en Géologie. J'y ai trouvé d'importantes confirmations, tant de mon Systême fondamental sur les révolutions qu'a subi notre Globe, que de plusieurs Systêmes particuliers que je commençois seulement à entrevoir lorsque je publiai mes *Lettres sur l'Histoire de la Terre & de l'Homme.* La Géologie ne fait que de naître ; c'est ce que l'Ouvrage de M. DE SAUSSURE doit imprimer bien fortement chez tous les Lecteurs attentifs ; & j'ai recueilli moi-même un assez grand nombre de nouveaux Faits, pour qu'aidé de ceux que M. DE SAUSSURE a publiés, je me détermine à écrire une seconde fois sur cet objet si intéressant pour l'Homme ; ce que je me propose d'exécuter dès que j'aurai fini l'Ouvrage qui m'occupe maintenant.

Mais ce fut sur-tout une circonstance fort heureuse pour moi, que la réception de cet Ouvrage de M. DE SAUSSURE avant la publication de celui-ci. La IIIe Partie qui me restoit à imprimer à mon départ, est destinée à établir une Proposition importante en Météorologie, savoir : « Qu'entre l'ascension de l'*Eau* dans « l'Atmosphère par l'*Evaporation*, & sa chûte

« par

« par la *Pluie*, elle passe par quelqu'état qui « la fait disparoître à l'*Hygromètre.* » J'ai déjà publié les premiers Faits qui m'ont conduit à cette opinion. Le Phénomène général est la *Sécheresse de l'Air au haut des Montagnes :* j'en fus frappé en 1770 sur le *Glacier de Buet*, & j'ai rapporté au § 932 de mon Ouvrage sur les *Modifications de l'Atmosphère*, les symptômes qui me la firent appercevoir. Dès que j'eus un premier Hygromètre, ce qui fut en l'année 1772, je retournai aux mêmes Montagnes; & favorisé singulièrement par les circonstances, au lieu d'un seul Phénomène étonnant que j'allois vérifier, j'en observai deux. Je vis des Nues orageuses se former & produire le Vent, la Pluie, la Grêle, & le Tonnerre, dans un Air *très sec*, & qui l'avoit été même *durant la Nuit* de ce jour-là. Je consignai ces Observations dans le Mémoire sur l'*Hygrométrie* que je présentai l'année suivante à la Société royale de Londres, publié dans les *Transactions philosophiques* de l'année 1774, & qui fut imprimé en François dans les *Mém. de M. l'Abbé* ROZIER apres que l'Académie d'Amiens l'eut honoré d'un Prix. Ces Phénomènes m'en rappellèrent nombre d'autres qui s'y rapportent : il en naquit chez moi de premiers doutes sur la réalité de la Cause à laquelle on attribuoit la Pluie; & par

degrés, ces doutes m'ont conduit à la persuasion que ce Phénomène étoit entièrement méconnu. Ce que j'ai dit ci-devant de l'*Evaporation* & de ses premières suites, & même tout ce que j'ai cherché à établir sur les *Fluides atmosphériques* en général, est dirigé vers l'éclaircissement de cette Question, & en tire même sa plus grande importance à mes yeux; car si les conséquences que j'en déduirai sont fondées, la Proposition que je viens d'annoncer deviendra la première Base de toute la Météorologie. Mais quelque probable qu'elle me paroisse dès long-tems, je ne cesse point de rassembler tous les faits qui peuvent y avoir du rapport. Or M. De Saussure, qui avoit déjà appuyé dans ses *Essais sur l'Hygrométrie* mes premières observations sur la *Sécheresse de l'Air au haut des Montagnes*, vient de fortifier davantage les preuves de ce premier Fait qui m'avoit conduit. Il n'avoit vérifié alors que le Phénomène général de cette *Sécheresse*, & cependant il en avoit déjà conclu; que la *Pluie* ne pouvoit être produite par l'*Eau* mêlée à un Air transparent. Il l'attribuoit, il est vrai, à une autre *Eau* sensible à l'*Hygromètre*, savoir, à celles que renferment les *Vapeurs vésiculaires*; ce qui me semble contraire à mon Observation de 1772, à nombre d'autres Faits, & à la Théorie même de l'*Evaporation*.

C'eſt ce que je diſcutois déjà dans ma III[e] Partie ; mais je le ferai maintenant avec d'autant plus d'avantage, que M. DE SAUSSURE a vérifié depuis l'un des Faits les plus importans de cette claſſe, ſavoir, l'augmentation de *Séchereſſe* de l'Air au haut des Montagnes après le coucher du Soleil. Son Obſervation, faite ſur une partie très-élevée du Mont-blanc, a été même plus directe que la mienne ; car j'avois conclu cette augmentation de *Séchereſſe*, de la comparaiſon d'obſervations faites dans une même ſoirée en deux lieux différens ; au lieu que M. DE SAUSSURE l'a obſervée dans un même lieu : ce qui me perſuade d'autant plus, que nous pouvons atteindre les confins des *Vapeurs aqueuſes* exiſtantes comme telles, & que lorſque nous voyons du haut des Montagnes des *Nues* fort élevées au-deſſus de nous (ce que M. DE SAUSSURE a obſervé comme moi), quand ainſi il s'y forme des *Vapeurs véſiculaires*, elles ne procèdent pas de *Fluides* qui affectaſſent auparavant l'*Hygromètre.* Mais c'eſt-là un objet aſſez important pour exiger une diſcuſſion plus méthodique, ainſi je n'irai pas plus loin quant à préſent.

Pluſieurs autres objets renfermés dans ce nouvel Ouvrage de M. DE SAUSSURE, contribueront encore à groſſir le mien. Le plus impor-

tant eſt *la Cauſe du Froid ſur les hautes Montagnes.* J'avois exprimé & commencé de diſcuter dans mon Ouvrage de Géologie, mon Opinion ſur les *Rayons du Soleil*, que je ne crois pas *calorifiques* par eux-mêmes. M. DE SAUSSURE, qui a beaucoup fréquenté les Montagnes, regarde cette opinion comme un paradoxe, & la réfute; mais je crois au contraire pouvoir ajouter aux conſidérations qui me l'ont fait naître, toutes les Obſervations & les Expériences, très-importantes en elles-mêmes, qu'il juge lui être oppoſées.

J'ai trouvé dans ce même Ouvrage un autre Chapitre météorologique qui m'a extrêmement frappé: c'eſt celui qui eſt intitulé, *Recherches ſur l'Electricité atmoſphérique.* Il me paroît de la plus grande importance ſur cet objet, & un modèle d'Obſervations & d'Expériences: je ne me rappelle pas du moins d'avoir rien lu qui donnât une idée ſi nette ni ſi certaine des Phénomènes ordinaires des *Conducteurs aériens.* Mais ces Obſervations m'ont particulièrement intéreſſé, en ce que j'ai cru y voir la preuve de mon Syſtême, tant ſur la nature du *Fluide électrique* que ſur ſa formation. D'après ce Syſtême, le *Fluide électrique* ſe forme & ſe détruit; il peut entrer dans la compoſition

d'autres *Fluides atmoſphériques*, comme il peut procéder de leur deſtruction : ainſi ſans doute la Source principale de ce *Fluide*, l'Atmoſphère, peut quelquefois en contenir moins que le Réſervoir où il ſe verſe, ſavoir, le Sol. Cependant l'*Air*, au ſein duquel il ſe forme, étant un Fluide *non-conducteur*, doit preſque toujours en contenir un petit *excès* comparativement au *Sol* & même aux *Vapeurs aqueuſes* ; & il en réſulte, qu'à moins qu'il ne s'en faſſe des abſorptions dans ſon propre ſein par de nouvelles combinaiſons, il doit reſter long-tems un peu *poſitif.* Or il me ſemble, que tous les Phénomènes d'*Electricité aërienne* rapportés par M. De Saussure, ſont conformes à ce Syſtême ; c'eſt-à-dire, qu'ils ſont ſimplement *électrophoriques.* Je conſidère donc l'Atmoſphère comme un grand *Electrophore*, preſque toujours *poſitif* comparativement au Sol ; par où s'expliquent très-aiſément ces Phénomènes, qui au contraire me paroiſſent inexplicables par une communication réelle de *Fluide électrique.* Mais cela demande d'être développé.

Enfin M. De Saussure a publié à la fin de ce Volume, un Mémoire de M. Jean Trembley, ſous le titre d'*Analyſe de quelques Expériences faites pour la détermination des hauteurs par le*

moyen du Baromètre. Je ne pensois pas de revenir à ce sujet, à moins que d'y être conduit par quelque nouvelle observation. Les recherches qui le concernent m'avoient fait suivre tant d'autres branches de Physique, que déjà dans mon Ouvrage sur les *Modifications de l'Atmosphère*, il n'étoit devenu qu'une occasion d'esquisser toutes ces branches; & je n'y ai songé dès-lors, que dans quelques occasions particulières où je pouvois soumettre ma Formule à l'Expérience. Mais ce Mémoire m'oblige à rappeller aux Physiciens quelques Principes relatifs à l'objet qu'il traite, parce qu'il les feroit peut-être oublier.

M. TREMBLEY ne s'est occupé que de deux parties de ma *Règle*, qu'il croit être absolument *distinctes* l'une de l'autre, & qu'il définit; *la Correction pour la Chaleur de l'Air*, & *le Point où cette Correction est nulle.* Sur la première de ces parties il a cru voir, d'après des Expériences de M. le Chev. SHUKBURGH & de M. le Général ROY, que ma *Correction* étoit trop petite; & partant de ces Observations, il l'a augmentée dans le rapport d'$\frac{1}{215}$ à $\frac{1}{192}$ pour 1° de mon Echelle ordinaire. Quelque intérêt que j'eusse pris aux Expériences de ces Messieurs, avec qui je m'en étois souvent entretenu, &

dont j'avois eu même en main les Mémoires avant qu'ils fussent imprimés dans les *Transf. philos.* je n'avois point examiné le rapport de leurs Règles avec leurs propres Expériences ; car ce n'étoit pas là ce qui m'avoit paru le plus intéressant. Ces Mémoires servoient de confirmation à ce que j'avois dit moi-même ; que les variétés des résultats des Expériences les mieux faites de ce genre, annonçoient l'action d'autres Causes, indépendamment de celles dont on y tenoit compte ; j'espérois qu'à l'exemple de ces Physiciens distingués, d'autres Physiciens entreroient dans la même carrière, pour tirer de la *Mesure des hauteurs par le Baromètre* un moyen de découvrir les diverses Modifications de l'Air : à quoi ces Messieurs concluoient eux-mêmes dans leurs Mémoires, en pressant les mêmes considérations que moi. Telles furent les idées qui m'occupèrent alors, & qui écartèrent celles de Calcul. Mais ayant bientôt apperçu dans le Mémoire de M. TREMBLEY, que tandis qu'il pensoit avoir pris *un milieu* entre les déterminations de ces Physiciens sur l'influence de la *Chaleur de l'Air*, il l'avoit fixée sensiblement plus grande que l'un & l'autre ; les calculs pénibles auxquels la forme de ce Mémoire m'a obligé pour remonter aux sources de ses

conclusions, m'ont fait découvrir en même tems, que les Observations dont il s'agit n'exigent aucun changement dans ma *Correction pour la Chaleur*; & que la différence qui se trouve entr'elles & les miennes n'influe que sur le *Point où la Correction est nulle*, dont la différence même est moins grande que ne l'a déterminée M. TREMBLEY. Quant au premier objet encore, m'étant rappellé que M. DE SAUSSURE avoit mentionné dans ses *Essais sur l'Hygrométrie* des Expériences relatives à l'effet de la *Chaleur* sur l'Air, j'y ai eu recours, pour savoir si elles donnoient un résultat semblable à la détermination de M. TREMBLEY: je les ai trouvées à la page 108 de cet Ouvrage, & en ayant réduit les résultats à l'expression de ma Règle, il en résulte; que la quantité déterminée $\frac{1}{192}$ par M. TREMBLEY, n'est qu'$\frac{1}{236}$ d'après ces Expériences. Et ce qu'il y a de singulier, c'est que MM. DE SAUSSURE & TREMBLEY se trouvent ainsi différer avec moi de quantités presque égales en *sens contraires*; car le milieu entre leurs déterminations est $\frac{1}{214}$, & la mienne est $\frac{1}{215}$. Il m'en coûtera plus de mots pour ramener les choses à ce point, que n'en a employé M. TREMBLEY pour les en tirer; mais je crois que leur effet sera plus durable.

A l'égard de la fixation d'un *Point de Température où les différences des Logarithmes des hauteurs obſervées du Baromètre donnent immédiatement les hauteurs des lieux par un Co-efficient déterminé*, (ce qui forme l'autre partie de ma Règle dont M. TREMBLEY s'occupe) M. le Chev. SHUKBURGH, M. le Gen[l] ROY & moi avions déclaré chacun ſéparément, que nous regardions une partie, au moins, de la différence qu'il y avoit à cet égard entre nous, comme étant due à ce qu'ils avoient obſervé *à l'ombre* le Thermomètre deſtiné à déterminer la Température de l'Air, au lieu que je l'avois obſervé *au Soleil*. C'étoit donc là un objet de Phyſique à diſcuter. M. TREMBLEY n'en parle qu'en paſſant; il dit qu'on *pourroit citer bien des Faits* contre moi, & qu'*il ne ſait pas ſi j'aurai beaucoup d'Obſervateurs de mon avis* : c'eſt ce dont nous jugerons, après que j'aurai diſcuté cet objet avec plus de ſoin que lui, en m'appuyant de quelques Expériences de M. DE SAUSSURE, qui prouvent (comme j'avois eu ſoin de m'en aſſurer avant que d'adopter cette Méthode); qu'un *Thermomètre de Mercure à boule iſolée*, expoſé en plein air au Soleil, n'exprime ſenſiblement d'autre degré de Chaleur que celui de l'air environnant. Or c'eſt ce degré de *Chaleur* qu'on cherche, quand l'air eſt

traversé par les *Rayons du Soleil*; & chacun peut comprendre par sa propre expérience, qu'on ne l'a sûrement pas, quand on observe le Thermomètre à *l'ombre*.

Je dois d'autant plus revenir à l'examen de cet objet, qu'il intéresse l'Astronomie pratique, à cause des *Réfractions*. La quantité de cet effet est déterminée par la dernière couche d'*Air* que traversent les Rayons des Astres, & cependant on n'a jamais songé à y placer le Thermomètre; quoique ensuite on emploie l'indication de cet Instrument, pour corriger les *Réfractions moyennes* en conséquence des changemens que la *Chaleur* a dû produire dans la *densité* de l'*Air* traversé par ces Rayons. Il me paroît donc, que cette manière d'observer la *Chaleur* est défectueuse en elle-même, qu'elle doit influer plus ou moins sur une grande partie des Observations astronomiques, & qu'elle peut même avoir affecté la détermination des *Réfractions moyennes*. C'est ce que je représentois aux Astronomes dans un Mémoire que j'eus l'honneur de communiquer à la Société Royale de Londres en Mars 1779, & à l'Académie Royale des Sciences de Paris en Fev. 1780. Plusieurs objets généraux que je traitois dans ce Mémoire, se trouvent déjà renfermés dans l'exposition de mes *Idées de Météorologie*; &

je me propoſe de joindre ce qui intéreſſe immédiatement les *Réfractions*, aux autres objets indiqués ci-deſſus comme devant compoſer le Second Volume de cet Ouvrage, qui ne tardera pas d'aller ſous preſſe.

Entre les ſujets que je reprendrai dans l'Appendice de ce nouveau Volume, ſoit d'après les remarques que j'ai déjà reçues ſur celui-ci, ſoit à l'occaſion de nouveaux Faits, ſoit enfin par la facilité de les traiter ſéparément, les principaux ſont : la *Séchereſſe* des *Vapeurs de l'Eau bouillante*; le principe du ſecond de mes *Hygromètres*, dont je n'avois parlé qu'en paſſant; le *Maximum* du *Feu*; les *Figures électriques* de M. le Prof. LICHTENBERG, ſur leſquelles j'ai quelques nouveaux Faits à rapporter, ayant eu la ſatisfaction de m'en entretenir de nouveau avec cet ingénieux Phyſicien dans mon dernier Voyage; enfin la production de l'*Eau* par la Lampe de M. ARGAND.

Sur ce dernier objet j'ai déjà reçu de pluſieurs perſonnes des objections qui ont pour moi beaucoup de poids. En parlant des avantages de cette *Lampe* (§ 195 & ſuiv.) j'ai attribué en grande partie la rapidité du Courant d'Air qui paſſe autour & au-dedans de ſa flamme, à des

Vapeurs aqueuſes très-chaudes, dont le mélange avec l'air augmente beaucoup la rupture de l'équilibre entre la Colonne d'Air où ſe trouve la flamme & les Colonnes voiſines. Il n'y a pas d'objection ſur ce point; il eſt établi ſur une Expérience directe de M. ARGAND. Mais d'après les autres Phénomènes de cette *Lampe*, j'ai penſé de plus; que ces *Vapeurs aqueuſes* ſont dues en grande partie à la décompoſition de l'*air déphlogiſtiqué*, qui s'unit & ſe détruit avec l'*air inflammable* de l'Huile. D'où il réſultoit, ſelon moi, que cette *Lampe* devoit former moins d'*air fixe* que les Lampes ordinaires, en même tems qu'elle produiſoit plus de *Clarté* & de *Chaleur*. C'eſt ſur cette Hypothèſe que portent les objections dont je parle : on m'oppoſe; que toute combuſtion de *Subſtance végétale* produit néceſſairement de l'*Air fixe*; & que l'*Eau* recueillie dans l'Expérience de M. ARGAND, ne vient que de la décompoſition de l'Huile dont elle faiſoit partie.

Ces objections, dis-je, ont beaucoup de poids pour moi, tant en elles-mêmes, qu'à cauſe des perſonnes qui me les ont faites: toutefois j'avoue qu'elles ne me paroiſſent pas péremptoires. Il y a de l'*Eau* en nature dans l'*Huile*, cela n'eſt pas douteux; mais on ne m'a pas

montré, qu'il y en eût autant, ni même à beaucoup près, que l'Expérience de M. ARGAND en ſuppoſe. Il eſt vrai auſſi, que dans toute combuſtion de *Subſtance végétale* dont on recueille les Produits, on reçoit de l'*Air fixe*. Mais ce n'eſt plus le même Phénomène; car pour recueillir ces Produits, il faut des Récipiens: & dès-lors la *Lampe d'Argand* ne ſubſiſte plus; car ce qui la diſtingue, eſt la rapidité de ſon courant d'air, qui ceſſe dans ces Appareils. M. ARGAND a des vues pour un Appareil d'une conſtruction particulière, où l'on pourra recevoir tous les Produits de ſa Lampe ſans diminuer la rapidité du courant d'air. C'eſt-là ce me ſemble le ſeul moyen de décider la queſtion d'une manière démonſtrative. J'apprendrai avec intérêt tout ce que cet article pourroit faire imaginer pour ou contre mon Opinion, & j'en ferai mention dans l'Appendice à mon ſecond Volume.

Mais je ne dois pas renvoyer juſqu'à ce tems-là deux autres remarques que j'ai reçues, parce qu'elles ont pour objet le ſens de quelques expreſſions. La première regarde le § 93, où je réſume ce que j'avois conclu dans les précédens d'une Expérience hygrométrique de M. DE SAUSSURE. On trouve que ce paragraphe eſt

obscur, & j'en ai jugé de même en le relisant. Je vais donc y ajouter quelques éclaircissemens, après avoir fait ici une remarque générale. Le Systême d'Hygrologie de M. DE SAUSSURE m'embarrasse toujours quand je veux l'appliquer aux Phénomènes mêmes qu'il rapporte, à cause d'une ambiguité qui se trouve dans la double idée, de *Vapeurs* formées d'abord & existantes comme telles dans l'Air, & de *Vapeurs dissoutes* par *une combinaison intime de leurs élémens avec les élémens de l'air*, soit par *une vraie dissolution chymique*. C'est ainsi qu'il l'énonce au § 191, & ses *Théories* de l'*Evaporation* & de l'*Hygrométrie* ont pour base cette *dissolution :* cependant il considère quelquefois les *Vapeurs* comme séparées de l'*Air*, dans les Phénomènes qui les intéressent en commun; & voilà d'où procède mon embarras. C'est principalement dans les applications de son Systême à la Météorologie, que cette ambiguité se manifeste; & par cette raison j'ai renvoyé les détails qui la concernent à ma IIIe Partie, dont la Météorologie est l'objet. Cependant la même difficulté règne dans l'Hygrométrie; & elle m'a embarrassé en traitant l'objet du paragraphe dont il s'agit, que je vais rappeller maintenant, en tâchant d'éclaircir l'analyse que j'en ai faite.

M. De Saussure ayant placé son *Hygromètre* sous un récipient où l'Air fut amené d'abord très-près de l'*Hmidité extrême*, pompa successivement cet Air, par huitièmes de sa quantité primitive; observant à chaque fois le changement qui arrivoit à l'*Hygromètre.* L'effet général fut, qu'il marcha de plus en plus vers la *Sécheresse*; mais avec cette circonstance particulière, que la marche du *dessèchement* parut croissante, comparativement à celle de la raréfaction de l'air: j'en ai donné les détails au § 84. M. De Saussure regarde ce Phénomène comme une confirmation de son Systême d'*une vraie dissolution des Vapeurs par l'air.* C'est donc là ce que j'examine.

J'ai remarqué d'abord, que cette application faite par M. De Saussure de son Systême au Phénomène dont il s'agit, offre deux Hypothèses distinctes: l'une, que je nomme *principale*, est le Systême lui-même, soit la *dissolution des Vapeurs par l'Air*; l'autre *secondaire*, & qui n'en découle point réellement, est celle qu'il emploie pour expliquer la marche de son *Hygromètre* dans le Phénomène, savoir: que *d'après les Loix générales de l'Attraction, l'Air doit attirer les Particules des Vapeurs avec moins de force, lorsqu'il est rare que lorsqu'il est dense;* & je rapporte au § 86 son raisonnement pour

expliquer la marche de l'Hygromètre d'après ce Principe. Ne considérant d'abord que l'Hypothèse *principale*, je montre; que si elle étoit fondée, l'*Humidité* ne devroit point changer dans le *Récipient* lorsqu'on raréfie l'Air: c'est l'objet du § 89. Venant ensuite à l'Hypothèse *secondaire*, je fais voir au § 92; que sa conséquence seroit, une *augmentation* de l'*Humidité*, au lieu de la *diminution* indiquée par le Phénomène. Le § 91 est destiné à montrer; que pour expliquer cette *diminution*, il faut revenir à mon Systême, soit à la *dissolution de l'Eau par le Feu*, formant des *Vapeurs* absolument indépendantes de l'*Air*. Mais comme dans ce Systême, appuyé par tous les Faits, on ne voit point de Cause d'une marche croissante de *dessèchement*, tant qu'on suppose avec M. De Saussure, que des portions égales d'air pompées, sont accompagnées de portions de *Vapeurs* égales aussi entr'elles, je regarde ce Phénomène de son *Hygromètre* comme une nouvelle preuve de ce que j'ai établi en l'examinant, savoir; que sa marche vers la *Sécheresse* est croissante, comparativement à des *dessèchemens* égaux entr'eux: ce qui forme la conclusion du § 93, où tout cet ensemble, que j'avois voulu y renfermer, ne se présentoit pas assez clairement; mais j'y reviens dans la IIIe Partie.

Le

Le second objet à l'égard duquel mes expressions n'ont pas présenté le sens dans lequel je les ai employées, & où il est essentiel que je m'explique, regarde un Physicien célèbre, que je considère véritablement, & sur les découvertes duquel deux de mes amis ont trouvé, que je ne m'exprimois pas d'une manière convenable. J'ai dit au § 210 : « Le Dr. BLACK est « le premier qui ait *tenté de déterminer* la Cha« leur qu'absorbe la Glace en se liquéfiant. » Et au § 249 : « Le Dr. BLACK est encore le « premier qui ait *tenté de déterminer* ce qu'il « nomme la Chaleur latente des Vapeurs, & « que je nommerai la quantité de Feu latent « dans les Vapeurs aqueuses. » Or voici ce que m'écrivit M. WATT le 28 Mai dernier, après avoir lu cette partie de mon Ouvrage qui se trouvoit déjà imprimée.

« Permettez, mon cher Monsieur, que je « fasse les observations suivantes sur la partie « de votre présent Ouvrage qui regarde mon « ami le Dr. BLACK. Vous dites, p. 177, « qu'il fut le premier qui *tenta de déterminer* la « Chaleur qu'absorbe la Glace en se liquéfiant : « d'où l'on pourroit inférer, qu'il étoit connu « avant lui, qu'une grande quantité de Chaleur « étoit absorbée dans cette circonstance. Je ne

« prétends point connoître tout ce qui avoit pu « passer dans l'esprit de Physiciens ingénieux, « ni même tout ce qui pourroit avoir été publié « à cet égard: je ne parle que de ce qui m'est « connu, & qui me fait croire, que le Dr. « BLACK est le premier, qui se soit formé une « idée déterminée de la Cause du *Froid* pro-« duit par la fonte de la Glace, & qui ait « démontré, que la Chaleur qui semble alors « perdue, est entrée dans l'Eau formée, dont « elle est devenue une des *parties constituantes*, « cessant alors d'agir sur le Thermomètre: ce « qui la lui fit nommer *Chaleur latente.*

« Il découvrit aussi; que quand l'Eau bouil-« lante se convertit en Vapeur, une quantité de « Chaleur plus considérable encore est absorbée; « laquelle de même, n'agit plus sur le Thermo-« mètre jusqu'à ce que la Vapeur vienne à se « décomposer: mais qu'alors cette Chaleur re-« devient *sensible*; la Vapeur échauffant de « l'Eau moins chaude qu'elle, plus que ne « l'auroit fait une quantité d'Eau de même « Chaleur *sensible* & même poids. Il a en-« seigné publiquement l'un & l'autre de ces « Faits, comme Professeur de Chymie, dès « l'Hiver de 1757 à 1758, ou au plus tard « dans celui de 1758 à 1759. Je ne les ai

« appris de lui-même qu'en 1762 ou 1763 ;
« mais je suis sûr qu'il les enseignoit déjà alors
« depuis plusieurs années.

« Il avoit été conduit à la première de ces « découvertes, en considérant ; que dans la Mi- « nute qui précédoit le moment où une masse « de Glace arrivoit à 32°, sa Chaleur croissoit « encore sensiblement ; tandis que dans la Mi- « nute qui succédoit & les suivantes, elle ne « recevoit aucune addition sensible de Chaleur « jusqu'à ce qu'elle fût entièrement fondue : « quoiqu'il fût évident, que les Corps voisins « continuoient à lui communiquer, dans un « tems donné, autant de Chaleur qu'ils l'avoient « fait auparavant. Cette Chaleur donc, ne pro- « duisant aucune augmentation dans la Chaleur « *sensible*, devoit entrer dans l'Eau qui se for- « moit de la Glace, comme *partie constituante* « de la Substance ainsi modifiée.

« Il raisonna de la même manière sur l'Ebul- « lition de l'Eau, considérant ; que la même « quantité de Chaleur reçue par l'Eau durant « la Minute qui précédoit l'instant de l'Ebul- « lition, devoit y entrer durant la Minute « d'après & toutes les suivantes ; & que ce- « pendant, tandis que dans la Minute d'avant

« ſa Chaleur augmentoit, elle ne recevoit en-
« ſuite aucune augmentation. De ſorte que toute
« la Chaleur qui continuoit à entrer dans cette
« Eau, devoit être emportée par la Vapeur,
« étant devenue une *partie conſtituante* de la
« Subſtance dans cette nouvelle Modification ;
« car, s'il ſuffiſoit que l'Eau fût échauffée à
« 212° pour ſe convertir en Vapeur, au lieu de
« *bouillir* alors, elle feroit une ſoudaine *Explo-*
« *ſion.* Tels furent, dis-je, les raiſonnemens
« qui conduiſirent le Docteur à des Expériences
« plus préciſes.

« J'eſpère, mon cher Monſieur, que vous
« n'imaginerez pas que dans ce que je viens
« de dire j'aie intention de diminuer le mérite
« de ce que vous avez déjà publié ſur cet objet.
« Mais vos *Recherches ſur les Modifications de*
« *l'Atmoſphère* ne parurent que long-tems après
« que le Dr. BLACK eut enſeigné publiquement
« ſes Théories ; & nous n'apprîmes rien en
« Ecoſſe de vos découvertes, que fort peu de
« tems avant que l'Ouvrage même nous par-
« vînt. Au § 438 vous avez dit ; qu'il n'y
« avoit point d'augmentation de Chaleur dans
« les Vaſes contenant de la Glace fondante,
« juſqu'à ce qu'elle fût toute fondue. Vous
« aviez donc remarqué le Fait ; & je ne doute

« point que ſa conſéquence ne vous ſoit venue « à l'eſprit, quoique vous ne l'ayez pas exprimée dans cet Ouvrage. Au § 676 vous « parlez diſtinctement de la *Chaleur latente* des « *Vapeurs*, quand vous dites: *le Feu quitte ces* « *Matières* (combuſtibles) *pour ſe joindre à* « *l'Eau, il la réduit en Vapeurs & s'échappe* « *avec elles.* Au § 684 vous énoncez le même « ſyſtême, en attribuant toute Evaporation à « l'union du Feu avec l'Eau; & au § 693 vous « aſſignez cette Cauſe au *réfroidiſſement* des Li-« quides qui s'évaporent. Mais vous n'aviez « fait aucune Expérience pour démontrer cette « Théorie, ou pour montrer la quantité de « Chaleur qui s'uniſſoit par-là avec l'Eau. En « général, les Théories que renferme cet Ou-« vrage diffèrent de celles du Dr. BLACK à « quelques égards eſſentiels: & quoiqu'il en « ſoit du mérite de vos découvertes reſpectives, « il vous appartient à chacun diſtinctement; « car il n'y a nulle apparence que vous ayez « emprunté les idées l'un de l'autre.

« Vous dites à la p. 215; que le Dr. BLACK « ſe contenta d'avoir découvert que la Vapeur « de l'Eau qui boût contenoit une grande « quantité de Chaleur latente; *mais*, ajoutez-

« vous, *son ami M. WATT, à qui ces Expériences* « *furent communiquées par leur inventeur, ayant* « *bientôt songé à les rendre utiles à la puissante* « *Machine où les Vapeurs de l'Eau bouillante* « *jouent un si grand rôle, apporta le plus grand* « *soin à cette détermination.* Voici le fait plus « exactement. — Le Dr. BLACK chercha d'abord « la quantité de Chaleur latente des Vapeurs, « en comparant le tems qu'une certaine masse « d'Eau demeuroit à s'échauffer de 60 à 212°, « avec celui qui s'écouloit jusqu'à ce qu'elle fût « entièrement évaporée; ayant soin d'entretenir « le feu au même degré durant tout ce tems. « Il fit faire ensuite l'Expérience par un de ses « Disciples, au moyen d'un Alambic à Serpen- « teau; mesurant la quantité d'Eau distillée & « sa Chaleur, & comparant ces quantités à celle « de l'Eau qui environnoit le Serpenteau & à « la Chaleur qu'elle avoit acquise. Le résultat « de cette Expérience fut le même que je trou- « vai par la même route lorsque je commençai « à m'occuper de l'objet, & il ne différa que « d'environ 100° du résultat que j'eus ensuite « en employant toutes les précautions nécef- « saires : différence bien petite, pour une pre- « mière Expérience sur un objet si délicat, « puisqu'elle n'est que d'environ $\frac{1}{10}$ du tout.

« Je n'ai donc eu d'autre mérite dans ces « recherches, que celui d'avoir varié & répété « ſouvent la même eſpèce d'Expériences ; & « cela parce qu'il m'importoit de connoître « *exactement* la quantité de Chaleur latente con- « tenue dans la Vapeur de l'Eau bouillante ; « exactitude qui n'étoit point néceſſaire au Dr. « BLACK pour établir ſa Théorie. J'ai été « d'autant plus précis ſur ce ſujet, qu'on n'a « point apprécié les découvertes du Docteur « comme elles le méritent, & que ſon extrême « modeſtie a permis à d'autres de donner comme « leur appartenant, des Théories qu'ils avoient « appriſes de lui-même ou de ſes Diſciples. « Or j'aurois peur que le paſſage de votre Ou- « vrage que je viens de rapporter, ne me rangeât « dans ce nombre. C'eſt pourquoi je vous prie « d'inſérer dans votre Appendice la traduction « de cette Lettre, comme étant un acte de juſ- « tice envers le Docteur & envers moi. »

Je me faiſois déjà un vrai plaiſir de publier cette hiſtoire authentique des découvertes & des idées du Dr. BLACK ; quoique les craintes de M. WATT me paruſſent peu fondées ; lorſque je reçus une autre lettre à ce ſujet d'un de mes amis qui, dans un aſſez long ſéjour à Edimbourg, s'eſt lié avec le Dr. BLACK, & connoît très-bien

toutes ſes Expériences. Je n'avois pu trouver encore dans mes expreſſions que le ſens dans lequel je les avois employées, mais je vis certainement alors, qu'elles étoient ſuſceptibles d'un autre ſens. Voici cette Lettre.

« Mes remarques concernant le Dr. BLACK « portent, 1°, ſur le mot *tenté*, employé dans « les deux articles où vous parlez de ſes décou- « vertes; mot qui me paroît déſigner trop foi- « blément les Recherches ſuivies & métho- « diques du Docteur; 2°, ſur ce que votre « Théorie du *Feu latent* étant la même que « celle qu'il eſt reconnu pour avoir enſeignée le « premier ſous l'expreſſion *Chaleur latente*, plu- « ſieurs perſonnes trouveroient que vous ne lui « en faites pas honneur d'une manière aſſez « expreſſe. Les Critiques ſeroient peut-être « d'autant plus portés à prendre feu là-deſſus, « que le digne & modeſte Docteur ne le feroit « certainement pas lui-même. Il donne tous « les ans dans ſes Cours l'hiſtorique de ſes « anciennes recherches ſur la Chaleur & de « celles des autres qui y ont du rapport, avec « une ſimplicité & une candeur bien peu com- « munes. Vos Expériences & vos vues y ſont « citées comme vous appartenant; quoique « vous les ayez publiées long-tems après qu'il

« avoit commencé à enſeigner ſes propres dé-« couvertes. Il parut chez NOURSE, en 1770, « ſous le titre *Enquiry into the general Effects of* « *Heat* » (Recherches ſur les Effets généraux de la Chaleur), « un extrait informe d'une partie « de ſes Leçons, contenant à-peu-près tout ce « qu'il profeſſe ſur cette Théorie. Une Ex-« périence qu'il attribue dans ſes Leçons à « M. WATT, y eſt rapportée à la première « perſonne; ce qui avoit porté quelques lec-« teurs à penſer, que M. WATT en étoit l'Au-« teur. Mais le Docteur ne s'y eſt point mé-« pris; & notre ami ne connoiſſoit pas même « la brochure quand je lui en ai parlé.

« Pour en revenir à ce que je deſirerois que « vous diſſiez du Dr. BLACK, vous le compren-« drez vous-même maintenant mieux que je ne « pourrois vous l'indiquer, & je m'en rapporte « à vous. »

Je ne pouvois plus douter que l'expreſſion *a tenté le premier de déterminer* ne fût ſuſceptible du ſens que mes deux amis avoient craint ſéparément qu'on ne lui attachât. J'aurois pu la changer dans l'Errata, ou *cartonner* les Feuilles qui la renferment; mais les deux Lettres qui me faiſoient appercevoir ce défaut me parurent

ſi intéreſſantes en elles-mêmes, que je préférai de laiſſer ſubſiſter cette expreſſion, en l'expliquant, pour avoir occaſion de les publier.

Lorſque j'ai traité dans cet Ouvrage des deux objets de Phyſique dont il s'agit, je ne m'occupois point de *priorité*, je faiſois ſimplement l'hiſtoire de mes idées. J'avois fait uſage dans mes *Recherches ſur les Modif. de l'Atm.* d'Expériences que j'avois faites dans l'Hiver de 1754 à 1755 ſur les Phénomènes de *Chaleur* qu'offre la *Glace* quand elle *ſe forme* & quand elle *ſe fond*, ainſi que d'obſervations que j'avois eu occaſion de faire en 1756 ſur le *Feu* que manifeſtent les *Vapeurs*. Au premier égard je n'allai pas plus loin dans ce tems-là; mais au ſecond je fondai dès-lors un Syſtême ſur le double objet, du *Feu* manifeſté par les *Vapeurs* qui ſe décompoſent, & de celui que perdent les Liquides en s'évaporant. Les *Vapeurs de l'Eau bouillante*, celles dont s'eſt occupé le Dr. BLACK, ne furent pas pour moi un objet particulier d'attention (quoique je parlaſſe beaucoup de l'*Eau bouillante* elle-même); parce que dès ce tems-là, j'aſſimilai entr'elles toutes les eſpèces de *Vapeurs aqueuſes*; cherchant à établir comme Propoſition générale: « que toute *Eau* qui s'élève « dans l'*Air*, a le *Feu* pour Véhicule, & que

» l'*Air* lui-même n'entre pour rien dans au- « cune espèce d'*Evaporation.* » L'expression latine *latens*, que le Dr. BLACK a si heureusement appliquée à ces Phénomènes, & que j'ai employée dans cet Ouvrage en changeant seulement le mot *Chaleur* en celui de *Feu*, ne m'étoit pas venue à l'esprit; mais je disois : *que toute Vapeur aqueuse étoit la réunion des Particules du Feu avec celles de l'Eau.* Ma Proposition générale parut un paradoxe, & l'on y fit peu d'attention; tandis que je n'ai pas cessé de m'en occuper dès-lors, ainsi que de toutes les combinaisons du *Feu* avec d'autres Substances.

Rassemblant donc aujourd'hui les résultats, tant de la continuation de mes Recherches, que des nouvelles découvertes faites sur ces objets, j'ai cité naturellement d'abord l'Ouvrage où j'avois commencé à en traiter. Si les idées qu'ils me fournissoient en abondance m'avoit laissé songer aux Origines, j'aurois sans doute eu soin de dire; que ce que j'avois observé en 1755 & 1756, avoit été découvert par le Dr. BLACK d'une manière plus directe en 1757 ou 1758; sans qu'il eût pu avoir aucune connoissance de mes Recherches, puisque fort peu de personnes les connoissoient, avant que M. DE LA CONDAMINE m'eût engagé à les communiquer à l'Aca-

démie dont il étoit Membre, ce qui n'eut lieu qu'en 1762; à quoi j'aurois sûrement ajouté: *mais de plus*, « le Dr. BLACK est le premier qui « ait entrepris de déterminer les quantités de « Feu absorbées, par l'Eau qui se forme de la « Glace, & par la Vapeur de l'Eau qui boût; « & y étant parvenu, il a nommé ces quanti- « tés, *Chaleurs latentes* de l'*Eau* & des *Va-* « *peurs de l'Eau bouillante.* » Je sens que j'aurois dû entrer dans ces détails, pour prévenir les interprétations auxquelles mes expressions pouvoient donner lieu; & je le fais ici, avec reconnoissance pour ceux qui ont bien voulu m'en avertir, & par le sentiment d'une considération sincère pour le génie & le caractère du Dr. BLACK. Et ç'a été pour moi une vraie satisfaction, que d'avoir dans la lettre de son ami M. WATT la certitude, que le Systême des combinaisons du *Feu*, comme devenant *partie constituante* de certaines Substances, l'avoit dès ce tems-là pour défenseur, comme il a eu depuis M. LAVOISIER; me sentant bien plus ferme dans mon Opinion à cet égard, dès qu'elle m'est commune avec des Physiciens de ce rang.

Je terminerai cet Appendice par la traduction de deux Lettres que j'ai reçues du Dr. CRAW-

FORD. La première, du 14 Juillet dernier, eſt relative aux Expériences dont il étoit occupé lorſque j'écrivois le § 168, & dont je l'avois prié de me communiquer le ſuccès. « Voici (me « dit-il) en quoi conſiſtent ces nouvelles expé- « riences. J'ai introduit quantités égales d'*Air* « *commun* & d'*Air déphlogiſtiqué* dans deux Vaſes « de Cuivre ſemblables & accouplés, de la con- « tenance de 22 onc. d'eau. Deux Vaſes de « Fer-blanc, contenant chacun 22 onces d'Eau, « étoient ſitués de manière qu'ils pouvoient rece- « voir en même tems les deux premiers Vaſes, « qui, plongés dans cette Eau, la faiſoient élever « près du bord des Vaſes de fer-blanc, en étant « alors eux-mêmes couverts. Les Vaſes de Fer- « blanc étant à la temp. de 59° 5 *de Fahr.* j'y « plongeai les Vaſes de cuivre élevés à 170° 5, & « j'obſervai les échauffemens des deux quantités « d'Eau, avec des Therm. dont chaque *degré* étoit « actuellement diviſé en dixièmes. Le réſultat « de nombre d'Expériences ſemblables, d'accord « entr'elles, & dont j'ai écarté les cauſes d'erreur « avec le plus grand ſoin, eſt; que la Chaleur « communiquée par le Vaſe contenant l'*Air* « *déphl.* a été de 0°2 plus grande que la Chaleur « communiquée par celui de l'*Air com.* Cette « différence a eu lieu au centre de l'Eau comme « à ſa ſurface, & quand les Vaſes de fer-blanc

« se sont trouvés au même degré de Chaleur que « la Chambre, elle a subsisté environ 12 min. « après que les Vases de cuivre avoient été « retirés. » Le Dr. CRAWFORD fait mention des deux dernières circonstances pour me montrer, que ces Expériences n'étoient pas sujettes à des causes d'illusion que j'avois trouvées dans les premières de même espèce ; ce qui est vrai : mais en les prévenant, la différence de la Chaleur communiquée s'est trouvée de moitié moindre.

La Seconde Lettre du Dr. CRAWFORD est du 13[e] de ce mois (Nov.). Je lui avois demandé s'il desiroit que je fisse mention des Expériences ci-dessus ; à quoi il a consenti, en ajoutant : « Je « vous serois aussi obligé de dire ; que je me « propose de publier bientôt une nouvelle Edi- « tion de mes *Exp. & Obs. sur la Chaleur ani- « male & sur l'Inflammation & Combustion des « Corps*. J'y donnerai une exposition abrégée « de votre Systême & de celui de M. LAVOISIER « sur la combinaison chymique du *Feu* avec « d'autres Corps, & je tâcherai de répondre aux « argumens que vous employez, pour lui attri- « buer des Phénomènes que je crois provenir « de différences de *Capacité*. Je suis bien sûr « qu'un dissentiment sur des objets spéculatifs

« n'a rien de commun chez nous avec l'estime « personnelle.... » Si cet Ouvrage du Dr. CRAWFORD paroît avant la publication de mon 2[d] Vol. j'en ferai sûrement mention, & l'on y verra au moins, que nous sommes d'accord sur le dernier article de sa lettre.

FIN DU PREMIER VOLUME.





